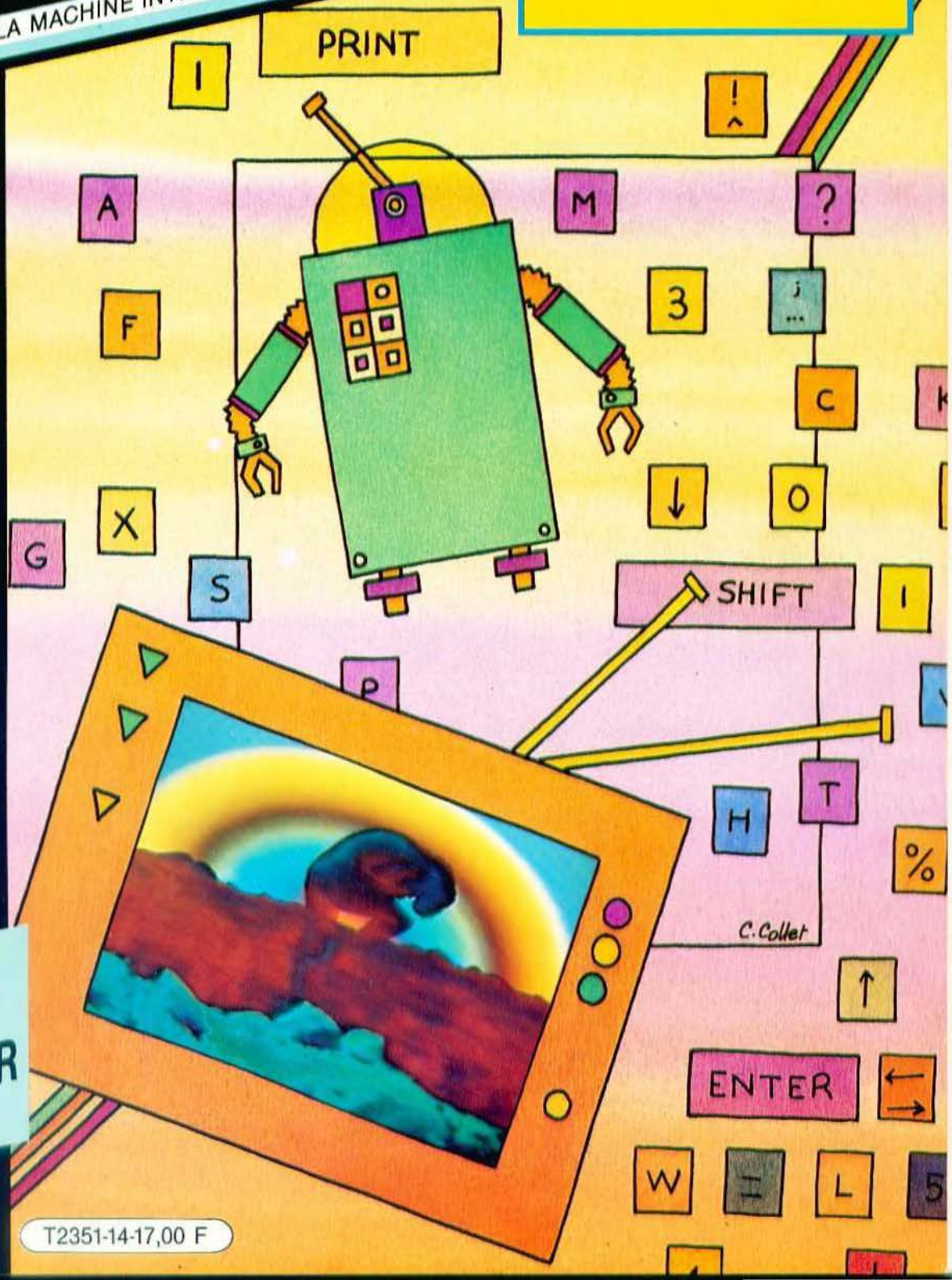
ISSN 0760-6354
17 F
N° 14
Janvier 85

Micro et Robots

LE MAGAZINE DE LA MACHINE INTELLIGENTE

ROBOTS SYSTEMES

CONTACT, PROXIMITE : LES SENSEURS



REPORTAGES
PRONIC 84
L'I.A. A ORSAY

TECHNOLOGIE
LE 68705
LES MOTEURS PAS A PAS

REALISATION
UN TERMINAL

TESTS
UNE TABLE XY EN KIT
PROGRAMMATEUR D'EPROM P9030

Belgique : 123 F.B.
Suisse : 5.60 F.S.
Canada : 2.25 $

T2351-14-17,00 F

GAGNEZ 10 20 30 FOIS VOTRE MISE*

★ Au 15 juillet 1983, nous avons constaté un gain de plus de 450 fois la valeur du Haut-Parleur, entre le prix officiel et la promotion d'un de nos annonceurs

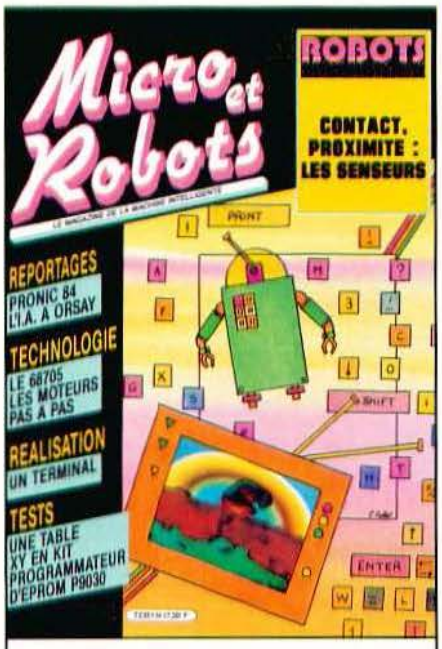
— A coup sûr, vous récupérez largement votre mise (17 F la valeur du Haut-Parleur) pour tout achat auprès d'un de nos annonceurs.

— Nos annonceurs, pour la majorité d'entre eux, ont une grande habitude du « Lecteur Haut-Parleur » et savent lui proposer du matériel de qualité et toujours aux meilleurs prix.

— Une chaîne Hifi, un wattmètre, une centrale d'alarme, un micro-ordinateur, une antenne, un téléphone sans fil, un autoradio, une table de mixage, un scanner, un kit, un rack, un compact disc, un walker, des cassettes, etc. Non, ce n'est pas un poème de Prévert, inédit, mais quelques appareils à usage quotidien qui vous sont proposés chaque mois aux meilleurs prix dans le **Haut-Parleur.**

— Lire le **Haut-Parleur,** c'est gagner du temps et de l'argent.

LE HAUT-PARLEUR



N° 14

JANVIER 85

A la demande générale, l'illustration de notre couverture est, en fait, un rappel du concours Robographia, organisé conjointement par l'Afri et *Micro et Robots,* ouvert depuis le 5 décembre 84 et se terminant le 15 février 85. Aussi, il n'y a plus un instant à perdre pour ceux qui, graphistes et créatifs, veulent exprimer, de leurs pinceaux, une image conviviale de la robotique et — pourquoi pas — gagner un voyage à Los Angeles ou à Tokyo ! (Pour plus de renseignements, voir *Micro et Robots* n° 13).

Illustration : Cathy Collet.

Sommaire

RUBRIQUES

4 Notes
6 Composants robotiques
7 Informatique
10 Avalanche : un système expert de prédiction (2e partie)
27 Vente au numéro
36 Abonnement
74 Reportage : Pronic 84
77 Service lecteur
87 Petites annonces
102 Educatec 84

INITIATION

16 Logique : Les registres à décalage
32 Le Forth

TECHNOLOGIE

20 Structure des moteurs pas à pas
30 Bus : quels standards ?
69 Le 68705, côté logiciel (2e partie)
88 Les ultra-sons et la reconnaissance de formes

TESTS

90 Une table XY en kit
94 Le programmateur P 9030
99 L'Interface Minitel V 24
100 Cartes d'extension pour Oric

REALISATION

80 Un terminal «vidéo»

ROBOTS SYSTEMES

38 La page de l'Afri
40 Electronique : Le système Lasarray
42 La recherche au LIMSI d'Orsay
51 Composants robotiques
52 Les capteurs de proximité et de contact
60 La simulation de la conduite des process

Micro et Robots est édité par la Société des Publications Radio-Electriques et Scientifiques, société anonyme au capital de 120 000 F. **Administration-Rédaction-Ventes :** 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19. Tél. : 200.33.05. Télex : PGV 230472F. **Publicité :** J. Goarant S.A.P. 70, rue Compans, 75019 Paris. Tél. : 200.33.05. **Abonnements :** 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19. Tél. : 200.33.05. 1 an (11 numéros) : 145 F (France), 190 F (étranger). Directeur de la publication : A. Lamer. Rédacteur en chef : J.-C. Hanus. Rédacteur en chef adjoint : Ph. Grange. Abonnements et promotion : Solange Gros. Comité de rédaction : C. Ducros, B. Fighiera, A. Joly, Ch. Pannel. Ont collaboré à ce numéro : C. Collet (maquette), P. Cossé (photos), C. Bugeat, D. Chamiat, Ch. Di Caro, A. Graber, J. Illous, S. Labrune, D. Lamy, J.-M. Lefèvre, E. Lémery, C. Tavernier, P. Truc, W. Verleyen. Composition : S.P.B.P. Distribution : Transport Presse. Imprimerie : S.N.I.L. La Rédaction de Micro et Robots décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs. Les manuscrits publiés ou non ne sont pas retournés. « La loi du 11 mars 1957 n'autorisant aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants-droits ou ayants-cause, est illicite », (alinéa premier de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal. » Commission paritaire : 65637. Numéro d'éditeur : 854. Dépôt légal : janvier 85.

Notes

CENTRE DE TECHNOLOGIE

Texas Instruments France vient d'inaugurer à Vélizy-Villacoublay, près de Paris, son Centre de Technologie. Entièrement dédié à sa clientèle, ce nouveau complexe offre un ensemble de moyens permettant la recherche, l'évaluation et la mise ne œuvre de solutions optimales pour répondre aux besoins de l'innovation et de la productivité. Ces solutions optimales seront ainsi déterminées grâce aux outils de développement, de simulation, de formation en collaboration avec des ingénieurs spécialistes dans les domaines de la micro-informatique, de l'informatique et de l'automatisme industriel. En liaison temps réel avec tous les centres de recherches, de développement et de production Texas Instruments dans le monde, disposant sur place de 40 terminaux, de 12 salles spécialisées et d'une équipe d'ingénieurs, ce lieu unique veut être un cadre de travail favorable à la mise en commun des idées et des ressources entre TI et sa clientèle. Rens. : (3) 946.97.12.

VOIR MOSCOU REVOIR DETROIT

Le Comité Français des Manifestations Economiques à l'étranger (CFME) rassemble dans le cadre d'une participation officielle française, les sociétés désirant présenter leurs produits à l'exposition «Robots et Systèmes Technologiques Robots 85» qui se tiendra à Moscou du 12 au 20 février 85, sur le stand tricolore. Le CFME formule un appel similaire pour l'exposition américaine «Robots IX» qui aura lieu à Détroit du 3 au 6 juin. Rappelons que le CFME se charge de l'organisation administrative, technique et financière de la section officielle française.
De plus, un stand collectif français, sur le même prinipe, sera installé à la Foire de Hanovre dans la section robotique. Celle-ci aura lieu du 17 au 24 avril. Pour tous renseignements : CFME (1) 505.30.00.

DES ROBOTS PARTOUT !

«Il voit des robots partout» tel est le titre du magazine FM que réalise la rédaction de *Micro et Robots*. Avec des invités et de la musique, cette émission d'une heure approfondit ou complète certains sujets traités dans le journal. Les premiers veinards à pouvoir en profiter sont les auditeurs fidèles de Radio Bordeaux Une sur 98,6 MHz, chaque second jeudi du mois, de 19 h à 20 h. Les autres ? Ils devront attendre que leur radio FM nous contacte ; c'est avec plaisir que nous leur enverrons, gracieusement, notre émission mensuelle.

PRESENCE

Le groupe Présence, constitué en 73, se compose de quatre sociétés d'assurances (La Providence, Le Secours, Présence-Vie, Le Foyer). Celui-ci vient de décerner le Grand Prix de l'Initiative à 10 jeunes créateurs d'entreprise, en leur attribuant la somme de 4 millions de francs d'aide financière. Parmi 250 dossiers de candidature, 10 ont été sélectionnés par le jury formé de personnalités qui ont créé et développé avec succès leur propre entreprise. On remarquera qu'au nombre des heureux entrepreneurs, le Prix du Jury est allé à Jean-Claude Barré, 28 ans, et à sa société Infra-Rouge Recherches, pour son projet de fabrication de caméra infra-rouge avec traitement informatique de l'image. Dans ce domaine, et jusqu'à ce jour, la France ne possédait pas de matériel français de ce type. Les domaines d'application vont du médical à l'analyse de pollution des sols... et à la surveillance du dégazage des pétroliers.

RADIO BORDEAUX UNE 98.6 FM STEREO

MICROPROCESSEURS

Z 80
R 65Ø2
68Ø9

COMPRENDRE
leur fonctionnement

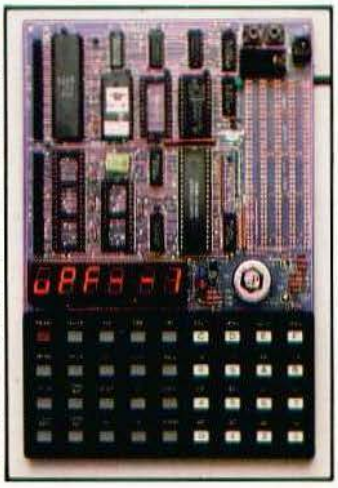
CONCEVOIR - RÉALISER
vos applications

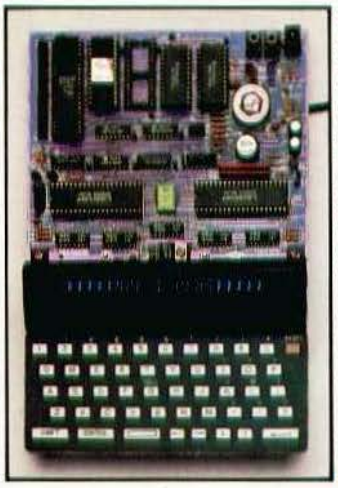
ZMC

MPF-1 B

● MICROPROCESSEUR Z-80®, haute performance, répertoire de base de 158 instructions.
● 4 Ko ROM (moniteur + mini interpréteur BASIC). 2 Ko RAM.
● Clavier 36 touches dont 19 commandes. Accès aux registres. Programmable en langage machine.
● 6 afficheurs L.E.D. Interface K7.
● Options : 4 Ko EPROM ou 2 Ko RAM, CTC et PIO.

Le MICROPROFESSOR MPF-1 B est parfaitement adapté à l'initiation de la micro-informatique.
Matériel livré complet, avec alimentation, prêt à l'emploi, manuels d'utilisation (en français), applications et listing.
Prix TTC, port inclus - 1 495 F





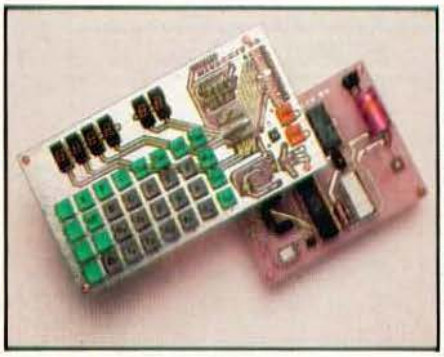
MPF-1 PLUS

● MICROPROCESSEUR Z-80®, 8 Ko ROM, 4 Ko RAM (extensible).
● Clavier QWERTY, 49 touches mécaniques avec « Bip ».
● Affichage alphanumérique 20 caractères (buffer d'entrée de 40 caractères). Interface K7, connecteur de sortie.
● ÉDITEUR, ASSEMBLEUR, DEBUGGER résidents (pointeurs, messages d'erreurs, table des symboles, etc.).
● Options : 8 Ko ROM-BASIC, 8 Ko ROM FORTH.
● Extensions : 4 Ko ou 8 Ko EPROM, 8 Ko RAM (6264).

Le MICROPROFESSOR MPF-1 PLUS est à la fois un matériel pédagogique et un système de développement souple et performant.
Matériel livré complet, avec alimentation, notice d'utilisation et d'application en français, listing source du moniteur.
PRIX TTC, port inclus - 1 995 F.

MODULES COMPLÉMENTAIRES POUR MPF-1B ET MPF-1 PLUS

● PRT-MPF B ou PLUS, imprimante thermique
● SSB-MPF B ou PLUS, synthétiseur de paroles.
● SGB-MPF B ou PLUS, synthétiseur de musique.
● EPB-MPF-1B/PLUS, programmateur d'EPROMS.
● TVB-MPF-1 PLUS, interface vidéo pour moniteur TV.
● I.O.M. - MPF-1 PLUS, carte entrée/sortie et mémoire (6 Ko).



MICROKIT Ø9

● MICROPROCESSEUR 6809, haut de gamme, organisation interne orientée 16 bits. Compatible avec 6800, programme source
2 Ko EPROM (moniteur).
2 Ko RAM. Clavier 34 touches.
Affichage 6 digits. Interface K7.
Description et applications dans LED.

Le MICROKIT Ø9 est un matériel d'initiation au 6809, livré en pièces détachées.

MPF-1/65

● MICROPROCESSEUR 6502, haute performance, bus d'adresses 16 bits, 56 instructions, 13 modes d'adressage. 16 Ko ROM. 64 Ko RAM Dynamiques. Clavier 49 touches avec 153 codes ASCII distincts. Affichage sur moniteur ou TV : 24 lignes de 40 caractères.
● ÉDITEUR, ASSEMBLEUR, DEBUGGER résidents.
● Interface K7 à 1 000 bps. Connecteurs pour imprimante et extension.

Matériel livré complet avec alimentation (+ 5^V, − 5^V et 12^V). Notice d'utilisation et listing source. *Prix TTC, port inclus - 2 995 F.*

LES MICROPROFESSORS SONT GARANTIS 1 AN PIÈCES ET MAIN-D'ŒUVRE

MICROPROFESSOR EST UNE MARQUE DÉPOSÉE MULTITECH

SI VOUS VOULEZ EN SAVOIR PLUS : TÉL. : 16 (4) 458.69.00

TECHNIQUES VISUELLES 246.02.14

BON DE COMMANDE À RETOURNER À Z.M.C. B.P. 9 - 60580 COYE-LA-FORET

☐ MPF-I B - 1 495 F TTC
☐ MPF-I PLUS - 1 995 F TTC
☐ MPF-I/65 - 2 995 F TTC
☐ PRT B OU PLUS - 1 095 F TTC
☐ EPB B/PLUS - 1 795 F TTC
☐ SSB B OU PLUS - 1 595 F TTC
☐ SGB B OU PLUS - 1 095 F TTC
☐ IOM SANS RAM - 1 495 F TTC
☐ IOM AVEC RAM - 1 795 F TTC
☐ TVB PLUS - 1 695 F TTC
☐ OPTION B BASIC PLUS - 400 F TTC
☐ OPTION FORTH PLUS - 400 F TTC

DOCUMENTATION DÉTAILLÉE
☐ MPF-I B ☐ MPF-I/65 ☐ MPF-I PLUS
☐ MICROKIT - LISTE ET TARIF

NOM : _____
ADRESSE : _____
_____
_____

Ci-joint mon règlement (chèque bancaire ou C.C.P.).
Signature et date :

MR

Service lecteur : cerclez 107

Composants robotiques

DU GYROSCOPE

Pour guider des avions, des sous-marins, des bateaux ou des fusées, l'appareil le plus fiable est encore le gyroscope. L'un des derniers domaines que l'électronique n'a pas supplanté avec une fiabilité suffisante, bien que des solutions soient envisagées.

Le gyroscope a été inventé par le physicien français Léon Foucault en 1852. Sans doute a-t-il été plus perspicace que ses contemporains pour établir que la toupie d'une enfant est l'appareil idéal pour indiquer la direction Terre-Lune.

Il existe des gyroscopes «1 axe» déterminant une position sur un plan et des gyroscopes «2 axes» ou gyroscope «libre» couvrant les trois dimensions.

Le gyroscope est un appareil de précision et à ce titre les prix varient de 10 000 F à 9 000 000 F. Il était donc impensable d'envisager la mise en place d'un tel engin dans un robot amateur.

Mais depuis quelque temps les fabricants de matériel d'aéromodélisme ont mis sur le marché des gyroscopes à des prix variant de 750 F à 1 200 F. Ces gyroscopes servent à contrôler le rotor de queue des hélicoptères radiocommandés. Ce sont des gyroscopes «1 axe». En vue d'être couplés à un servo-moteur, ils délivrent un train d'impulsions au standard proportionnel, c'est-à-dire 1,1 ms à 2,1 ms à une fréquence de 50 Hz. Pour nous autres «roboticiens» ont eût préféré une sortie sur 8 bits, mais pour qui possède un micro-ordinateur et une carte d'Entrées/Sorties il ne sera pas difficile d'évaluer la durée de l'impulsions surtout quand on sait que le train d'impulsion des ensembles proportionnels est compatible T.T.L. et.... CMOS (on croit rêver !). Trois gyroscopes sont aujourd'hui disponibles que l'on pourra trouver dans tous les magains d'aéromodélisme. Pour obtenir des informations on écrira aux adresses suivantes :

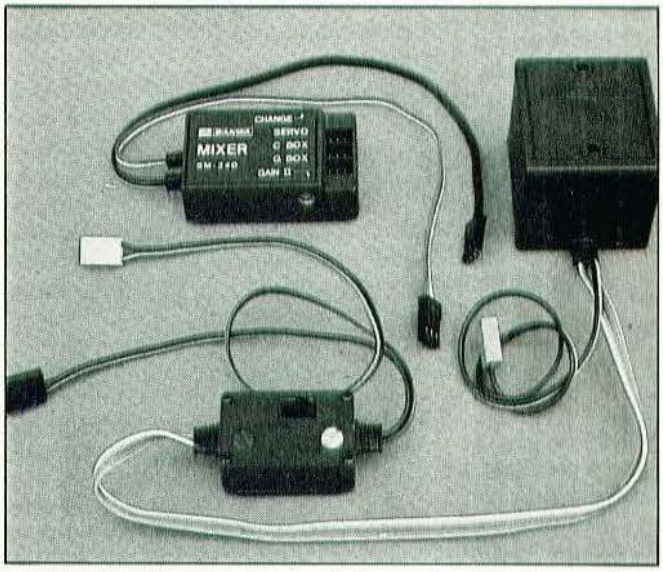
Graupner
36bis, rue de la gare
57380 Faulquemont
Tél. :(8) 791.46.11.

Robbe
av. du Général-Patton
57730 Folschviller
Tél. :(8) 792.00.71.

Scientific France (Importateur Sanwa) 272, av. H.-Barbusse
59770 Marly lez Valenciennes
Tél. :(27) 45.00.24.

Service lecteur : cerclez 15

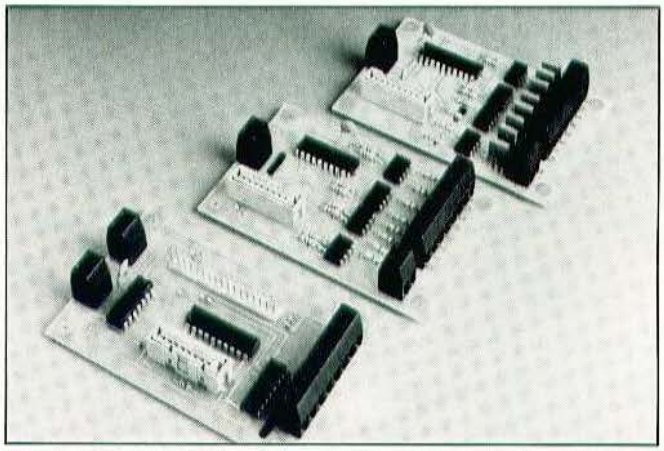
	Tension	Consommation	Poids	Taille mm
Graupner	4,8V	160 mA	123 g	49 × 45 × 45
Robbe	4,8V	120 mA	125 g	40 × 42 × 42
Sanwa	4,8V	120 mA	130 g	43 × 43 × 38



INTERFACES

Les interfaces Kap couvrent des applications diverses : réalisation d'automates, acquisition des données numériques et analogiques (précision 1/256), régulation, contrôle de petits processus, etc. Elles sont, par ailleurs, compatibles avec de nombreux micro-ordinateurs (Apple, Canon X07, Commodore 64, Oric, Sinclair, Spectrum, Thomson, IBM PC, etc.) et peuvent se combiner pour former un système offrant, par exemple, 32 entrées/32 sorties. Signalons, enfin, des cartes à couplage optique, des cartes pour commande de moteurs pas à pas, des cartes sorties analogiques.

Service lecteur : cerclez 16



Informatique

BULL : MICRAL 30

Avec le Micral 30, Bull rentre — enfin, diraient certains — sur le marché des micro-ordinateurs personnels à usage professionnel.
Le Micral 30 est connectable aux ordinateurs de la marque (DPS 6, 7, 8 et 88) et aux systèmes IBM. Il fonctionne avec le logiciel d'exploitation Prologue et MS-DOS et pourra recevoir, dans un premier temps, 167 logiciels parmi les plus intéressants du marché. Ce Micral à été conçu autour d'un 8088 (co-processeur arithmétique 8087 en option) et de 64 Ko de ROM. Quant à la RAM (128 Ko), elle est modulaire et s'étend jusqu'à 384 Ko. Prix de base (1 disquette + écran + clavier + 128 Ko) = 21460 FHT. En 384 Ko avec 1 disquette et 1 disque dur de 10 Mo : 45220 F HT.
Service lecteur : cerclez 11

SOS ROBOTEL !

Près de 200 termes anglais, avec leur équivalent en français, sont présentés sur Robotel, le journal télématique AFRI/CESTA. Deux façons d'y accéder, à l'aide de votre Minitel :
— (1) 354.22.13, Connexion/Fin, Cestel Plus apparaît alors sur votre écran : choisissez la rubrique Lettres Spécialisées, tapez Robot, appuyez sur la touche SUITE... et Robotel apparaît sur votre écran, avec ses cinq rubriques actuelles (au choix) : 1. Qu'est-ce que l'AFRI ? 2. Terminologie. 3. Parc de robots. 4. Lexique franco-anglais. 5. Calendrier Robotique. En attendant une sixième rubrique : Recherches de fournisseurs Robotique par mots-clés.
— Accès direct par le (1) 634.07.50 : Robotel s'affiche, sans que vous ayez à taper de mot de passe.
A votre Minitel !

COPIE ÉCRAN

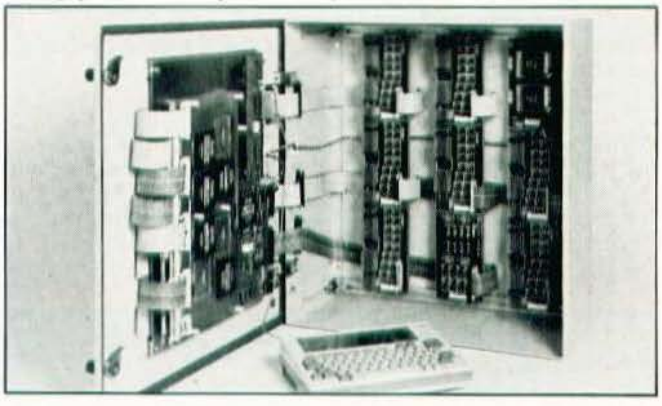
L'imprimante vidéo Axiom TX 1000-VP 95 fonctionne directement à partir d'un signal vidéo et produit une copie d'écran à partir de terminaux d'ordinateurs, de terminaux graphiques, de moniteurs vidéo noir et blanc ou couleur, d'analyseurs numériques, de récepteur T. V., de magnétoscopes... Il suffit de relier un câble coaxial standard à la sortie balayage trame, pour obtenir l'impression de graphiques complexes, de symboles mathématiques, ou de tout autre élément visualisé sur l'écran. L'impression, effectuée par une tête fixe, demande 11 secondes. L'utilisateur, grâce au zoom 1024, peut agrandir ou réduire l'image.

Service lecteur : cerclez 12

ACQUISITION DE DONNÉES

Ce système, le DMS 561, s'interface sur n'importe quel calculateur à travers une ligne série asynchrone type RS 232 C, RS 422, RS 433 ou en boucle de courant 20 mA.
Le micro-processeur Z80 associé à 8 Ko Ram et 8 Ko EAProm permet de gérer la liaison avec un calculateur principal, ainsi que les acquisitions numériques analogiques en autonome, et ce à partir de mots de commande élémentaires. Les acquisitions/restitutions analogiques et numériques se font au travers de modules enfichables directement sur la plaque mère par l'utilisateur final. Une seule ligne série asynchrone peut dialoguer avec seize DMS 561. La vitesse maximum de transfert est de 76,8 K Baud, et chaque DMS 561 peut adresser jusqu'à 18 entrées analogiques ou numériques, 128 sorties numériques, 16 entrées de comptage, ou 32 sorties analogiques.

Service lecteur : cerclez 13



TANDY TRS-80 UNE GAMME UNIQUE. DU PLUS

MODELE 4 - MODELE 4 P- UNE ALTERNATIVE QUI OUVRE DE NOUVEAUX HORIZONS

NOTRE SOLUTION CREDIT

48x 461,90

+ acompte de **1.995***
Coût total à crédit: **24.166,20**
ou au comptant: **15.995**
(262-1069) ou (262-1080)

NOTRE SOLUTION CREDIT

48x 398,30

+ acompte de **1.695***
Coût total à crédit: **20.813,40**
ou au comptant: **13.495**
(262-1068)

TRS-80® : LA MICRO-INFORMATIQUE AU SERVICE DE L'HOMME ET DE L'ENTREPRISE

TRS-80® Modèle 4: la référence

- Fréquence de base de 4 MHz
- Ecran monochrome vert 24 x 80 caractères
- Compatibilité totale avec les logiciels pour Modèle III

Conçu avec le souci d'assurer à l'utilisateur une compatibilité maximale, le Modèle 4 peut utiliser tous les logiciels du Modèle III (en mode III) et travailler avec les systèmes d'exploitation LDOS™, TRSDOS® ou CP/M Plus™ (sur disques). Ceci signifie que le Modèle 4 possède une bibliothèque de logiciels particulièrement vaste où l'on retrouve bien sûr les réalisations les plus demandées actuellement. Le choix du TRS-80® Modèle 4 est donc d'abord une décision intelligente et prévoyante.

Le TRS-80® Modèle 4 est disponible en 2 versions:

262-1068 64 Ko MEV / 1 unité à disque - pour la gestion, la comptabilité, les fichiers, etc. **13.495**

262-1069 64 Ko MEV / 2 unités à disque - pour les applications exigeant une configuration à 2 disques minimum **15.995**

Les versions avec disques sont livrées avec système d'exploitation TRSDOS® et 'Disk BASIC' de Microsoft®.

*Après acceptation du dossier par Cetelem (T.E.G. de 24,70% - assurance en sus - barème en vigueur en juin 83.)

TRS-80® Modèle 4P: le portable sans compromis

- Compatibilité totale avec le logiciel Modèle 4
- 2 unités à disques de 5 1/4" intégrées
- Interface de communication RS-232 programmable

Notre société moderne impose à l'homme de plus en plus de décisions rapides et précises. Une assistance informatique "statique" ou différée devient insuffisante. Le TRS-80® Modèle 4P concrétise la réponse la plus probante à ce phénomène. Le Modèle 4P n'est pas une adaptation d'un modèle existant, mais bien un micro-ordinateur entièrement nouveau, conçu dès le départ pour assurer une assistance informatique puissante partout où une prise de courant est disponible. Compact, construit sur châssis spécial et n'excédant pas les 12 kg, il se loge sans difficulté dans le coffre de votre voiture ou dans les bacs à bagages d'un train ou d'un avion: désormais, revoir un budget, calculer l'impact d'un changement de stratégie commerciale ou terminer une proposition de contrat sont des travaux envisageables même dans votre chambre d'hôtel, dans la salle de conférence ou chez votre client. **262-1080** **15.995**

26-1085 Housse de transport **269**

POUR VOTRE TRS-80® : DES LOGICIELS D'AVANT-GARDE

MULTIPLAN™: le tableur "étalon"!
Le logiciel d'avant-garde pour tous les travaux de prévision ou d'analyse. Souple, rationnel et clair, Multiplan™ vous permet d'utiliser jusqu'à 8 fenêtres par "écran". Il est totalement compatible avec les fichiers VisiCalc, trie sur clef alphabétique ou numérique et permet de nombreuses intereactions entre tableaux. **262-1530** **2.495**

PFS:FILE® : immédiatement rentable
PFS:FILE® vous permet de créer facilement votre propre banque de données, en respectant toujours les impératifs les plus importants: les vôtres. PFS:FILE® est très simple à utiliser et, de surcroit, ne vous coûte qu'un investissement minimum.
26-1518 **1.195**
26-1517 PFS:REPORT **1.095**

SuperSCRIPSIT® : le traitement de textes moderne
Version sophistiquée du SCRIPSIT déjà bien connu, le SuperSCRIPSIT offre des possibilités tellement surprenantes que la frappe, la correction et la personnalisation du courrier deviennent de véritables travaux de création. **262-1595** **1.995**

COMPACT AU PLUS PERFORMANT

TANDY® 2000

1 ET O-P-E-N ACCESS™ 4

UNE COMBINAISON SANS EQUIVALENT!

OPEN ACCESS est unique! Le TANDY® 2000 l'est aussi! OPEN ACCESS: un progiciel d'une puissance extraordinaire! Tellement complet qu'avec lui, vous pouvez pratiquement vous passer de tous les autres logiciels courants. OPEN ACCESS: 1 logiciel = 6 LOGICIELS!

Exploitation de fichiers
Ce module vous permet de créer votre base de données complète. Les fichiers sont crées selon vos impératifs propres et peuvent être modifiés à votre convenance. De plus, tous ces fichiers peuvent échanger leurs informations (en tout ou en partie), vous évitant ainsi de recopier dans l'un ce que vous aviez déjà introduit dans l'autre.

Traitement de textes
Puissant, remarquable d'efficacité, ce logiciel de traitement de textes se classe d'emblée dans le peloton de tête des meilleures réalisations actuelles du genre! Donnant priorité à la souplesse et à la facilité d'emploi, ce module permet de rééditer les rapports les plus complexes en un temps ultra-court.

2

5

Prévisions et analyses
Grâce à ce module de haute puissance, toute situation qui s'évalue sur base de résultats chiffrés peut être étudiée en profondeur. Appréciez l'influence d'une donnée sur les autres en changeant sa valeur initiale. Changez-la à nouveau... Modifiez d'autres paramètres...
OPEN ACCESS vous révèle en quelques secondes ce qui aurait nécessité une étude de plusieurs jours!

Communications
Votre lien avec l'extérieur! Ce module vous donne accès à pratiquement tous les systèmes informatiques du monde. L'interface RS-232 (livrée d'origine sur le TANDY® 2000) est entièrement programmable. Votre système informatique personnel peut donc en alimenter d'autres ou recevoir des informations en provenance des systèmes même les plus éloignés.

3

6

Graphiques en 3 dimensions
Sur base de vos données, OPEN ACCESS trace des graphiques en 3 dimensions d'une clarté incomparable. Grâce à ce troisième axe graphique, vous observez des corrélations que ne révèlent pas les graphiques habituels.

Agenda dynamique
Par ce 6ème module, OPEN ACCESS vous permet de tenir à jour votre agenda électronique, à l'année, au mois, à la semaine, au jour et même à l'heure. A tout moment, OPEN ACCESS vous informe de vos rendez-vous, de vos réunions....

CONFIGURATION COMPLETE

(vous permettant de tirer le meilleur parti du potentiel d'OPEN ACCESS)

262-5103 TANDY® 2000 256 Ko - 2 disques	23.500*
260-5112 Moniteur couleurs CM-1	6.700*
260-5140 Carte graphiques haute résolution	4.500*
260-5141 Module pour graphiques couleurs	2.050*
900-0114 Logiciel OPEN ACCESS	5.300*

Notre solution crédit-bail Locabail
Loyer mensuel en 3 ans:
1550,38* hors taxes*

Prix de l'ensemble
42.050* *Prix hors taxes

* Après acceptation du dossier par LOCABAIL. Barème hors TVA en vigueur en septembre 1984 - valeur résiduelle 2%

CARACTERISTIQUES DU SYSTEME. Ordinateur: TANDY® 2000 / version de base (256 Ko MEV, 2 unités à disques 5 1/4" d'une capacité de 720 Ko chacune, clavier AZERTY avec touches spécialisées) + mémoire additionnelle de 256 Ko + graphiques haute résolution montée avec module "couleurs". **Moniteur**: type professionnel à haute résolution - affichage 25 × 80 caractères - version couleurs. **Logiciel**: OPEN ACCESS. Progiciel de dernière génération groupant 6 logiciels distincts et interactifs. Version optimisée pour TANDY® 2000. Calculatrice intégrée et fonctions "HELP" disponibles à tous moments. Livrée avec manuels de référence, manuel d'apprentissage, cartes de références et étiquettes pour touches spécialisées.

OPEN ACCESS/Marque déposée de Software Products Int.

Informez-moi

Pour recevoir une documentation détaillée, renvoyez ce coupon à TANDY France s.a. - Division Ordinateurs (J. Beaufort) 211-213, Boulevard Mac Donald - 75019 PARIS (tél. 238.80.76)

Nom ..... Société .....
Rue ..... N° ... Bte .....
Code postal ..... Localité .....

SYSTEMES EXPERTS
L'AVALANCHE

Jean-Michel Lefèvre, dans cette seconde partie, poursuit l'analyse du système expert METRA de prévision d'avalanche et laisse la parole aux experts... humains

Pour édifier un S.E. il est essentiel, avant de construire le moteur d'inférence, de structurer l'univers du raisonnement, c'est-à-dire de choisir comment seront décrites et codées les données manipulées par le système et les connaissances utilisées.

Nous appelons phénomène, tout fait intéressant la situation nivo-météo, à quelque niveau d'analyse que ce soit : le vent est un phénomène de base (observation), l'existence de plaques à vent est un phénomène obtenu par analyse; l'acceptation est donc très générale. Chacun de ces phénomènes sera décrit dans la base de données du système par une suite d'informations à deux niveaux d'abstraction. Tout d'abord le niveau *élément* : il décrit la nature du phénomène, par exemple :

Vent
Transport de neige
Croûte gelée
Pluie
...

A chacun de ces éléments peuvent être liées des propriétés qui précisent l'intensité du phénomène, sa localisation, sa durée, etc. On parlera par exemple de :

La force du vent
La direction du vent
L'épaisseur de la croûte gelée
La situation dans le manteau de la croûte gelée
etc.

Enfin chaque propriété a elle-même une valeur :

La force du vent est forte
L'épaisseur de la croûte est mince
La situation de la croûte est «couche profonde»
etc.

Remarquons que cette structure n'est pas seulement une aide à la programmation, elle correspond à une modélisation des objets utilisés : l'élément a une signification en soi, l'existence ou non du phénomène, sans plus de précisions, peut suffire pour une partie du raisonnement. Si on a besoin de savoir, par exemple, que la direction du vent est connue, on fera appel à «vent direction». Et si, enfin, la valeur de cette direction est nécessaire, on utilisera «vent direction nord».

La description MEPRA permet donc de manipuler plusieurs niveaux d'abstraction en fonction des besoins du raisonnement. Soit seule l'existence globale du phénomène est importante et on utilisera le niveau élément, soit on a besoin de connaître les propriétés liées au phénomène et on utilisera la description complète. La structure des connaissances (les règles) qui manipulent ces faits, est directement fondée sur ce principe. Décrivons-la par un exemple :

La connaissance «Si le vent est fort et la neige de surface est facilement transportable, alors il y aura des accumulations de neige fraîche», s'écrit pour MEPRA :

SI vent force fort
ET neige-transportable
ALORS accumulation

Ceci constitue le modèle de base. Mais on sait que, dans le cadre donné ci-dessus, si la couche de neige fraîche est moyenne, les accumulations seront fortes, la règle deviendra donc :

Si vent force fort
Et neige-transportable épaisseur moyenne
Alors accumulation quantité forte

A partir d'une telle structure, MEPRA a pu être construit comme un système utilisant un mécanisme de raisonnement en deux temps correspondant à ces deux niveaux d'abstraction. A chacun des deux niveaux correspond une base de règles. La base rapide contient des règles simplifiées et en petit nombre, et la base complète contenant toutes les règles fournies par les prévisionnistes.

L'analyse commence par l'activation de la base rapide en chaînage avant. Le petit nombre de règles de cette base permet de ne travailler que sur peu de paramètres. Le résultat fourni est

une liste de tous les éléments qu'on peut dériver des observations par cette base restreinte.
Le système choisit alors celui, ou ceux, qui correspondent à un scénario.
Qu'est-ce qu'un scénario pour MEPRA ? Pour le haut niveau d'abstraction, un scénario est un phénomène comme un autre. Pour des niveaux plus précis, c'est un objet complexe qui contient alors une liste de faits, classés en plusieurs catégories suivant leur statut par rapport au scénario. Par exemple, le scénario suivant :

AVALANCHES DE NEIGE FRAICHE
DETERMINANT : accumulation importante
DISCRIMINANTS : accumulation localisation limite pluie-neige altitude
AGGRAVANT : plaques à vent quantité importante
ATTENUANT : réchauffement moyen
AUTRES-PISTES : réchauffement fort → fonte
pluie → fonte

Les faits DETERMINANTS sont ceux qui sont à la base du scénario.
Les faits DISCRIMINANTS sont ceux qui décrivent son domaine d'application.
Les faits AGGRAVANTS sont des phénomènes de source différente que les faits DETERMINANTS et qui provoquent une aggravation du danger.
Les AUTRES-PISTES sont les faits dont la présence doit déclencher l'analyse du scénario correspondant (ici fonte).
La solution finale est élaborée grâce à ces catégories de faits, sans enfermer l'utilisateur dans un processus trop rigide (l'utilisation des AUTRES-PISTES, par exemple, pour examiner des alternatives de solutions). Actuellement le système contient une

Avalanche de plaque de neige humide (on voit les rigoles d'écoulement au-dessus de la fracture). La cassure a pu être provoquée par l'ébranlement dû au passage des skieurs.

LE POINT DE VUE

Fondée sur la connaissance scientifique de la neige et son évolution, la prévision des risques d'avalanches est aussi à la fois un art et une lourde responsabilité. Sans verser dans le mysticisme qui ferait des experts les grands prêtres d'une nature mystérieuse dont ils seraient les seuls à percevoir les secrets, il faut reconnaître que la prévision des risques d'avalanches apprend la modestie devant les surprises de la nature, le discernement entre les apparences contradictoires, et la rigueur du raisonnement dans un univers incertain. L'expert connaît de trop nombreux montagnards avertis, victimes d'un accident imprévu, pour se satisfaire de recette simpliste à la fiabilité illusoire.
Un S.E., capable de prendre en compte l'incertitude des faits observés et les aspects contradictoires d'une même réalité pourrait être un aide-guide précieux dans l'analyse des situations difficiles. La collaboration dans l'étude d'un S.E. ne peut cependant s'instaurer entre «experts» et «informaticiens» qu'après avoir dominé certaines inquiétudes et réticences légitimes fondées sur de multiples raisons que nous tenterons de décrire ci-dessous. Il existe des barrières psychologiques que l'on retrouve probablement dans chaque domaine d'application, mais aussi des réserves liées à la spécificité de la Prévision des Risques d'Avalanches (P.R.A.) et à ces implications.
Au premier abord, il faut noter que la P.R.A. est un domaine plutôt favorable à une telle entreprise. En effet les experts sont ici des scientifiques : ils apprécient la rigueur d'expression des informaticiens, savent évaluer leurs propres incertitudes, et accueillent a priori, dans un esprit positif, toute méthode ou outil susceptible de leur fournir une aide efficace. Dans un tel contexte, l'informaticien ne rencontrera pas le sentiment élémentaire de méfiance devant un changement de méthode, ou devant l'intrusion d'un audit sans expérience, à condition toutefois que les informaticiens se montrent intéressés et réceptifs.
La première barrière se révèle lorsque l'on demande à l'expert de livrer les clefs de sa compétence, qui est une valeur essentiellement personnelle. La difficulté d'exprimer des notions parfois mal formalisées peut créer une gêne liée au souci d'être bien compris. L'absence de garantie quant à l'exploitation des informations personnelles ainsi collectées peut aussi provoquer un malaise : cela pourra-t-il un jour servir à juger l'expert, à mesurer sa compétence ?
Les informaticiens n'auront jamais trop de tact pour faire sentir qu'ils respectent l'expertise de leur partenaire, qu'ils ne cherchent pas à l'exploiter comme une matière première mais plutôt à l'exprimer pour la mettre en valeur.
Au-delà de cette barrière psychologique, se découvre une inquiétude plus raisonnée. En diffusant son savoir-faire, l'expert peut craindre d'en être dépossédé. Sa spécialité étant bana-

DES EXPERTS

lisée, lui-même risque d'être dévalorisé. Afin que leur situation personnelle ne soit pas menacée, il est donc essentiel que les experts aient la maîtrise du système, qu'ils en soient les acteurs et non les objets. Sur le plan contractuel, cela implique que la base de connaissances et la structure du S.E. soient leur propriété.

En supposant les S.E. opérationnels, il se pose la question de savoir *qui* l'utilisera. Il n'est pas surprenant d'entendre un haut fonctionnaire déclarer en substance : «Le S.E. n'est pas destiné à remplacer l'expert, mais... comprenez-moi, lorsque les autorités doivent prendre une décision rapide...»

Reconnaissons l'existence d'un double langage à propos des S.E., tantôt présentés comme des outils pour l'expert, mais plus souvent compris comme des solutions de rechange destinées à éviter le recours à l'expert, donc à éliminer celui-ci de la sphère des décisions. Il y a là un malentendu qui, au-delà de la défense des intérêts des experts, nous semble concerner l'ensemble de la collectivité. Par conscience professionnelle, les experts peuvent être amenés à exiger les garde-fous rendus nécessaires pour l'application spécifique d'un S,E, à la P.R.A.

En situation avalancheuse grave, la P.R.A. sert de base à des choix dont les répercussions sont généralement lourdes par les dommages matériels ou humains qui sont en jeu. Un S.E., aussi performant soit-il, devra toujours être soumis à une utilisation critique et l'on ne pourrait que s'inquiéter de le voir mis en œuvre par un décideur éloigné des réalités du contexte nivo-météorologique, peu conscient de la variabilité temporelle des situations ou des responsabilités impliquées.

Après cette revue des difficultés potentielles dans le dialogue experts-informaticiens, je crois bon de rappeler que l'expérience MEPRA, engagée à l'initiative du C.E.N., a reposé sur la participation pleine et entière des prévisionnistes et s'est avérée très enrichissante pour les deux parties. Au-delà des réserves que nous avons mentionnées, il apparaît que l'étude d'un S.E. implique une phase d'analyse et de confrontation des expériences qui est fort intéressante pour des experts soucieux d'affiner et de faire progresser les méthodes.

Si les S.E. sont appelés à se répandre, ce qui constitue notre hypothèse de travail, l'important est de veiller à ce que leur utilisation soit bénéfique pour la collectivité et valorisante pour les experts qui y contribuent. Pour ces deux raisons, il semble essentiel que les experts ne soient pas *objets* mais *moteurs* de l'étude, et qu'ils en acquièrent la maîtrise. Enfin pour rassurer les plus inquiets, reconnaissons que le meilleur S.E. n'est encore qu'un mauvais expert... ce qui laisse à ceux-ci un certain temps pour s'adapter.

P. David/J. Lafeuille/E. Pahaut (*)

(*) Centre d'Etude de la Neige, BP 44, 38042 St Martin d'Hères

soixantaine de règles expertes, dont sont extraites 15 règles simplifiées par un algorithme adapté. Soixante est un nombre relativement faible pour un tel domaine d'application; il a permis de corriger facilement le programme; il devrait rapidement augmenter maintenant.

La structure dont nous avons décrit les grandes lignes permet de bien rendre compte du problème posé par les avalanches. Elle semble pouvoir s'appliquer à une classe assez importante de problèmes où l'on a une situation riche, décrite par un grand nombre de paramètres dont le diagnostic est lui-même complexe et ne peut se résumer à quelques solutions prédéterminées.

Il faut encore décrire rapidement deux problèmes de recherche qui seront à la base des réalisations ultérieures de MEPRA.

Le futur

Le raisonnement incertain

«Hier, j'ai décidé d'aller voir tel nouveau film parce qu'un ami me l'a conseillé. Je sais que son avis est *relatif*, il n'est pas sûr que le film me plaise mais je sais que nous avons *la plupart du temps* les mêmes goûts cinématographiques. Je prends ce risque à partir de la *confiance* accordée à cet ami».

Si de tels raisonnements incertains nous sont coutumiers, il n'en est pas de même dans la plupart des systèmes informatiques classiques. Nous avons signalé que la prise en compte de l'incertain était une des possibilités très importantes des S.E. Qu'en est-il exactement pour nous ?

Zone de fracture d'une plaque, le skieur permet d'apprécier l'épaisseur de la plaque qui a cédé.

Avalanche d'une plaque de neige friable.

Comme la quasi totalité des systèmes déjà existants (MYCIN, PROSPECTOR), MEPRA utilise dans sa première version des coefficients numériques pour mesurer la plausibilité d'un fait ou d'une connaissance. Il s'agit d'un entier compris entre 0 et 10. Lors de l'activation d'une règle, ces nombres sont combinés par une fonction numérique de nature empirique.

Les plausibilités des conditions d'une règle sont combinées entre elles et avec la confiance liée à la règle elle-même. Un autre calcul permet d'obtenir la plausibilité d'un même résultat trouvé par deux règles distinctes. Ce procédé permet d'obtenir des résultats honorables, mais on s'aperçoit rapidement de ses limites. Les fonctions de combinaison semblent reposer sur des théories mathématiques précises. En fait il n'en est rien et elles sont, la plupart du temps, de nature empirique. En effet les théories en question, telles celles des probabilités, reposent sur une description précise d'objets aléatoires. Or ce que l'expert qualifie d'incertain n'est pas la plupart du temps, de type aléatoire. Par exemple, l'expérience consistant à lancer une pièce de monnaie et à lire le résultat est aléatoire : on a une chance sur deux de trouver pile. En revanche, chercher à déterminer dans l'obscurité la face de la pièce simplement au toucher est une expérience incertaine : on a une confiance limitée dans le résultat obtenu mais on ne peut pas «mesurer» facilement cette confiance. Le terme incertain recouvre, en fait, des réalités très diverses qui peuvent aller de l'erreur d'un appareil physique de mesure jusqu'au doute sur l'objectivité d'une connaissance.

D'autres théories mathématiques ont été construites pour décrire l'incertain de façon plus globale, en particulier la logique floue. Sans entrer dans les détails de cette théorie, disons simplement que, si elle semble plus adaptée au traitement, elle laisse entiers les problèmes suivants : il est très difficile, pour un expert, de coder par un coefficient numérique, la plausibilité d'une observation ou d'une connaissance. Dire qu'un transport de neige fraîche a été observé avec la plausibilité 6 ou 7 est très délicat pour l'expert puisque lui-même ne voit pas cette plausibilité comme un nombre. En fait, on restreint énormément la notion d'incertain en la décrivant par un seul ou, même, quelques coefficients numériques.

Pour MEPRA, nous tentons actuellement de construire un mécanisme plus en accord avec la nature déclarative des systèmes d'IA : il s'agit d'obtenir des informations de type non-numérique sur les incertitudes et de les manipuler. Cela peut être le type d'incertain envisagé (empirisme, erreur de mesure, erreur par globalisation, non-objectivité inconsciente, etc.) mais aussi les causes mêmes de l'incertitude : quels sont les faits qui amènent à avoir un doute sur le fait étudié, dans quel cadre cet incertain est-il important ? Cela permet de savoir s'il faut ou non tenir compte de l'incertitude en fonction de l'utilisation ultérieure du fait examiné.

Par exemple, si on sait que les observations directes sur le transport de neige sont incertaines lorsque le temps est couvert, on saura, en fonction du temps observé, en tenir compte ou non.

Raisonnement temporel

Un autre problème très important pour la prévision des avalanches est l'élaboration d'un raisonnement temporel. Ce type de raisonnement n'a été que très partiellement et très rarement étudié jusqu'ici et pourtant il est omniprésent dans tous les raisonnements humains.

Cette photographie montre une avalanche de neige poudreuse, avec

Les phénomènes qui nous intéressent dans la prévision des avalanches ne sont pas des phénomènes ponctuels, ils évoluent au cours du temps. La métamorphose de la neige, par exemple, se déroule sur plusieurs mois. Il faut donc pouvoir faire évoluer les notions qu'on manipule, non seulement à partir des connaissances utilisées, mais aussi grâce aux connaissances sur leurs évolutions. Dès que l'on sait qu'une couche de neige ancienne est recouverte par de la neige fraîche, on n'obtiendra plus beaucoup d'informations sur cette couche. Pourtant elle continue à évoluer sous l'influence de différents facteurs (température interne, épaisseur totale du manteau, etc.) et peut jouer un rôle très important dans le déclenchement d'avalanches futures. Il faut donc être capable de manipuler des connaissances sur l'évolution d'objets : pour chaque phénomène, la durée de son influence (persistance),

Une belle corniche sur une crête; il y a sans doute des plaques à vent sur le versant sous le vent (côté gauche). La chute de la corniche peut ébranler ces plaques et provoquer des avalanches.

formation d'un aérosol (nuage lourd de neige et d'air mêlés).

la nature de ses évolutions au cours du temps. De plus l'évolution d'un phénomène peut engendrer des répercussions sur d'autres phénomènes, eux-mêmes en train d'évoluer, etc.

Par exemple, la température extérieure influe sur la température interne du manteau mais au bout d'un temps assez long, dépendant de la nature des couches du manteau. Or les métamorphoses internes sont fortement liées à cette température. Il faut donc savoir quand un réchauffement va atteindre une couche profonde donnée et provoquer ainsi une métamorphose de fonte. La prise en compte de toutes ces interactions temporelles est donc nécessaire.

Un autre aspect de ce problème est aussi présent dans MEPRA. Il ne saurait être question pour le prévisionniste et donc pour le S.E., de recommencer chaque jour toute son analyse, à partir de tous les paramètres observés depuis le début de la saison. C'est pourquoi il faut créer un historique, résumant à bon escient toutes les observations ainsi que le résultat des analyses précédentes. Cet historique doit conserver tout ce qui est nécessaire mais rien que le nécessaire : il faut savoir quelles informations sélectionner, comment les résumer et quand les supprimer... On construit alors une «mémoire» pour le système : une mémoire à court terme pour le passé proche, à moyen terme pour les quelques jours précédents, à long terme pour résumer l'ensemble de la saison.

Photos : Jean-Michel Lefèvre

La sculpture de la neige par le vent.

Conclusion

On voit donc que le travail ne manque pas pour faire de MEPRA un système pleinement efficace. Ainsi, si le cadre classique des systèmes de règles constitue une bonne base de départ, il devient rapidement insuffisant dès que l'on aborde des raisonnements plus complexes. Il ne suffit pas d'utiliser un moteur d'inférence du «commerce», pour obtenir un système efficace en huit jours !! En plus des problèmes abordés ci-dessus, ceux du contrôle du raisonnement, de la cohérence de la base de connaissance, etc., ne sont pas (loin s'en faut) résolus aujourd'hui de façon satisfaisante dans un cadre général.

La construction de S.E. sur des cas précis, outre les résultats réels qu'elle peut apporter, a aussi le mérite de définir plus clairement les nombreux problèmes d'I.A. qu'il faut chercher à résoudre. La résolution de tels problèmes s'inscrit naturellement au sein des travaux de recherche menés par une équipe d'I.A. comme celle du LIFIA où est développé MEPRA. Un S.E. est donc une excellente charnière entre les recherches théoriques et les applications pratiques, phénomène suffisamment rare dans les universités françaises pour être signalé. ■

Jean-Michel Lefèvre (*)

(*) Laboratoire d'Informatique Fondamentale et d'Intelligence Artificielle, équipe I.A. et Robotique, BP 68, 38042 Grenoble. Tél.:)76) 51.46.00 poste 5216.

Bibliographie sommaire

Présentation générale des S.E. et de l'I.A.;
Support de cours Intelligence Artificielle
Société ITMI Chemin des prés ZIRST 38240 Meylan
M.O. Cordier
Les Systèmes Experts
La recherche n° 151 Janvier 1984
Edouard Feigenbaum et Pamela Mc Caduck :
La cinquième génération :
le pari de l'Intelligence Artificielle à l'aube du XXIe siècle
Ed. Interéditions, Paris 1984.
Sur la prévision des avalanches :
D. Marbouty
Le déclenchement des avalanches
La recherche n° 122 Mai 1981
Sur MEPRA :
J.M. Lefèbre et T. Granier :
MEPRA : Un système expert pour la prévision des avalanches
Rapport de fin d'étude, LIFIA, INPG Grenoble

LOGIQUE

REGISTRES A DECALAGE

Sérialisation, désérialisation, multiplication, division : les applications des registres à décalage ne manquent pas...

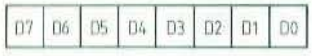
En logique, on utilise des variables logiques en général à un seul bit (automatismes industriels) ou à n bits avec n= 4, 8, 12... (systèmes programmés ou microprogrammés). Dans le cas où l'on utilise des mots de n bits on a souvent besoin :

— d'avoir accès à 1 bit

— d'avoir accès à 1 groupe de bits afin de faire un traitement particulier en fonction de l'état de ces bits ou pour réaliser un traitement numérique (multiplication ou division par 2 par exemple).

La fonction décalage

Prenons un mot de n bits, par exemple 8

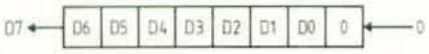


sur ce mot on peut faire :

— **un décalage à droite**

tous les bits sont décalés d'un rang vers la droite et il apparaît des zéros à gauche. Les bits qui étaient à droite (c'est-à-dire les bits de poids faible ou LSB) sont perdus. Notons que l'on pourrait faire apparaître des 1 et non des 0.

— **un décalage à gauche**



tous les bits sont décalés d'un rang vers la gauche et il apparaît des zéros à droite. Les bits qui étaient à gauche (c'est-à-dire les bits de poids fort ou MSB) sont perdus. Ici encore on pourrait faire apparaître des 1 et non des 0.

— On peut noter qu'en valeur numérique les décalages reviennent à :

• décalage à droite : division par 2^p

p = nombre de décalages à droite

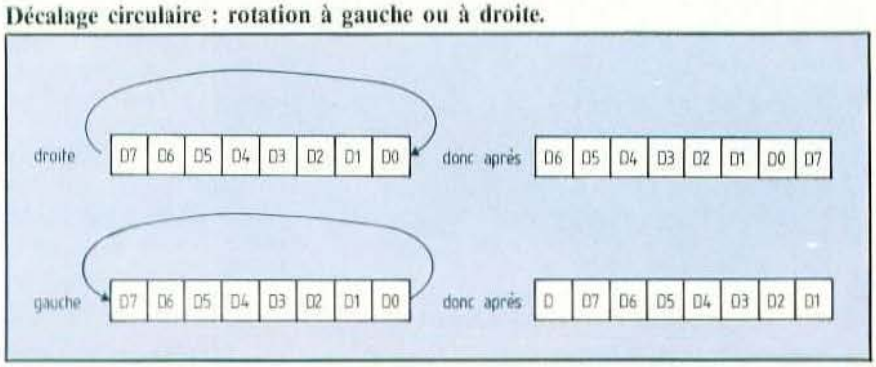
• décalage à gauche : multiplication par 2^p

p = nombre de décalages à gauche puisqu'en effet chaque bit a comme poids 2^n, n étant le rang du bit en commençant par n =0 à droite (LSB ou Less Signifiant Bit, c'est-à-dire bit de poids le plus faible).

— **un décalage circulaire ou rotation** à droite ou à gauche, dans ce cas on ne perd plus aucun bit

— **décalage en logique câblée ou en logique programmée**

Décalage circulaire : rotation à gauche ou à droite.



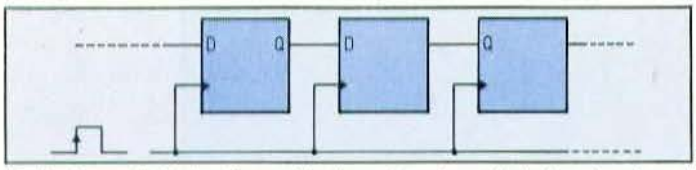


Figure 1.

En logique câblée les divers décalages étudiés ci-dessus seront réalisés avec des registres à décalage. En logique programmée, ils sont obtenus grâce à des instructions spécifiques. Dans le cas du microprocesseur 6502, déjà évoqué ici, on trouve en effet :

ASL, décalage gauche avec apparition de 0

LSR, décalage droite avec apparition de 0

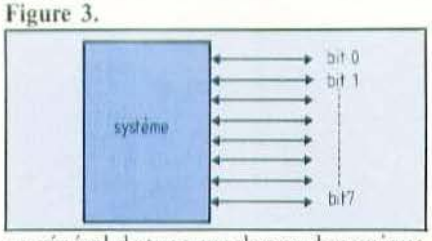
ROL, rotation gauche

ROR, rotation droite.

Principe d'un registre à décalage

Les n bits du mot à décaler sont contenus dans une cascade de n cellules mémoire,

Figure 3.

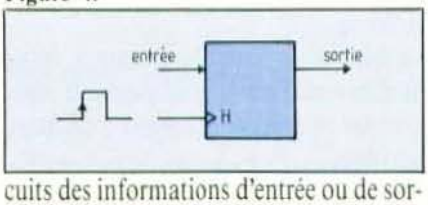


en général de type synchrone dynamique (on trouve en effet souvent des bascules D edge triggering dans les circuits intégrés de registres à décalage). Une impulsion d'horloge décale la mémorisation soit sur le flanc montant soit sur le flanc descendant suivant la polarité de l'entrée dynamique de la bascule et donc à chaque (H↓), par exemple, la sortie d'une cellule mémoire recopie l'entrée D, c'est-à-dire la sortie de la mémoire qui la précède (figure 1). Il y a donc bien décalage de l'information.

Les divers types de registres

Les registres à décalage étant très utilisés dans les techniques de sérialisation/désérialisation on trouvera dans les divers cir-

Figure 4.



cuits des informations d'entrée ou de sortie sous forme série ou sous forme parallèle.

Information série et information parallèle

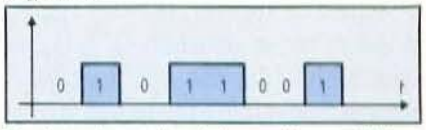
— L'information série est une information temporelle c'est-à-dire que les divers bits de l'information se suivent les uns derrière les autres sur une même ligne de transmission et cela suivant un rythme et un protocole bien définis (figure 2).

— L'information parallèle est une information spatiale, c'est-à-dire que les divers bits de l'information sont présents, ensemble, à un instant donné, sur n lignes de transmission et peuvent ainsi être lus en bloc (figure 3).

Registre à entrée série et sortie série

Ce type de registre convient bien aux registres de grande longueur (figure 4).

Figure 2.



Registre à entrée série, sortie parallèle

Tous les étages ont leur sortie accessible, c'est le circuit-type de désérialisation (figure 5).

Registre à entrée parallèle et sortie parallèle

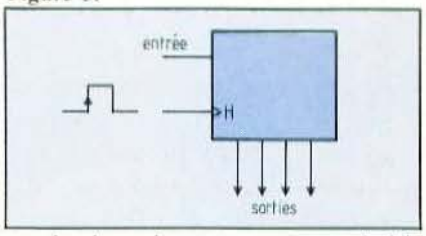
Ce type de registre convient bien aux registres de faible dimension (figure 6).

Registre à entrée parallèle sortie série

Une seule sortie est disponible, c'est le circuit type de sérialisation (figure 7).

Les familles TTL et les familles C/MOS possèdent un bon nombre de registres à décalage de diverses natures et avec diverses options, permettant d'adapter le bon registre à pratiquement toute application. Il n'est pas possible de passer en revue tous

Figure 5.



ces circuits mais nous pouvons en choisir un, suffisamment universel pour être significatif.

Etude d'un exemple de circuit : le registre 40194

Il s'agit d'un registre à décalage 4 bits universel bidirectionnel (figure 8).

Il possède 2 entrées de contrôle des modes

Figure 6.

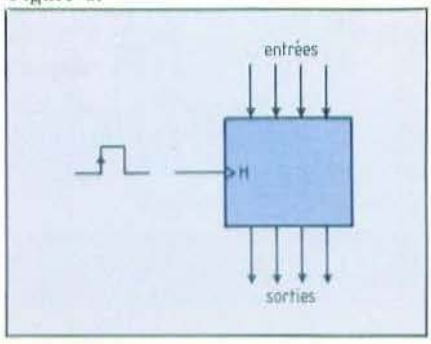


Figure 7.

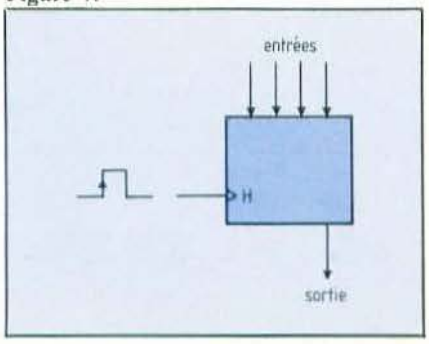
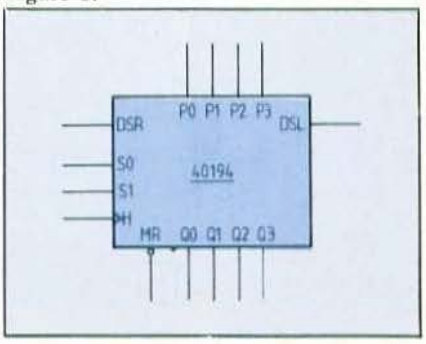


Figure 8.



de fonctionnement (S_0 et S_1), une entrée d'horloge dynamique positive, une entrée de donnée série gauche (DSL) et une entrée de donnée série droite (DSR), quatre entrées de données parallèles P_0 à P_3 et quatre sorties parallèles Q_0 à Q_3, et enfin une RAZ générale asynchrone. Nous pouvons étudier le fonctionnement interne de ce circuit, en isolant le logigramme d'un étage (figure 9). On y remarque un réseau combinatoire associant entrées de contrôle et entrées de données ou résultats d'étage gauche ou droite. On y remarque aussi une bascule synchrone dynamique de type D.

Table de fonctionnement

si D=0, Q sera égal à 0 au top suivant (ou à venir) d'horloge

or D=0 si un des quatre ET vaut 1 soit pour

$S_0.S_1.Q_{n-1}$ (ou DSR) c'est le décalage droite ou shift Right

$S_1.S_0.P$ c'est la position chargement parallèle (LOAD)

$S_1.S_0.Q_{n+1}$ (ou DSL) c'est le décalage gauche ou shift Left

$S_1.S_0Q_n$ c'est la position mémoire ou Hold

La table de la figure 10 résume ce fonctionnement. La figure 11 donne le logigramme complet de ce registre à décalage universel.

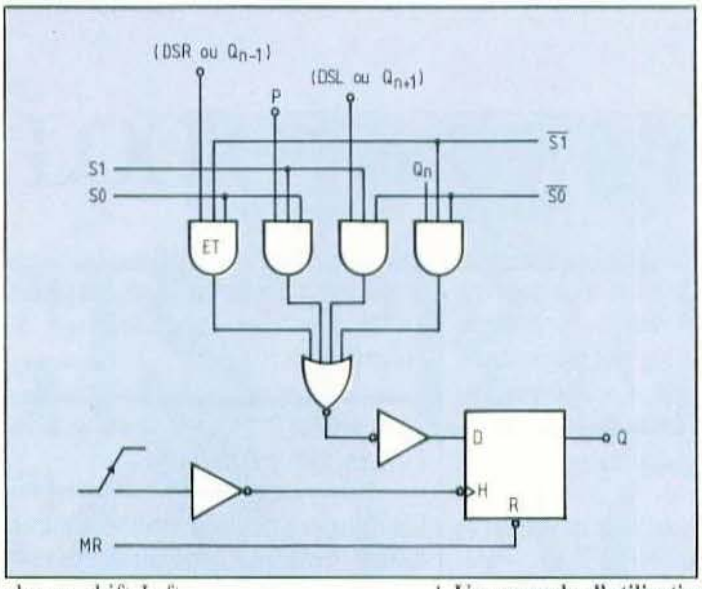
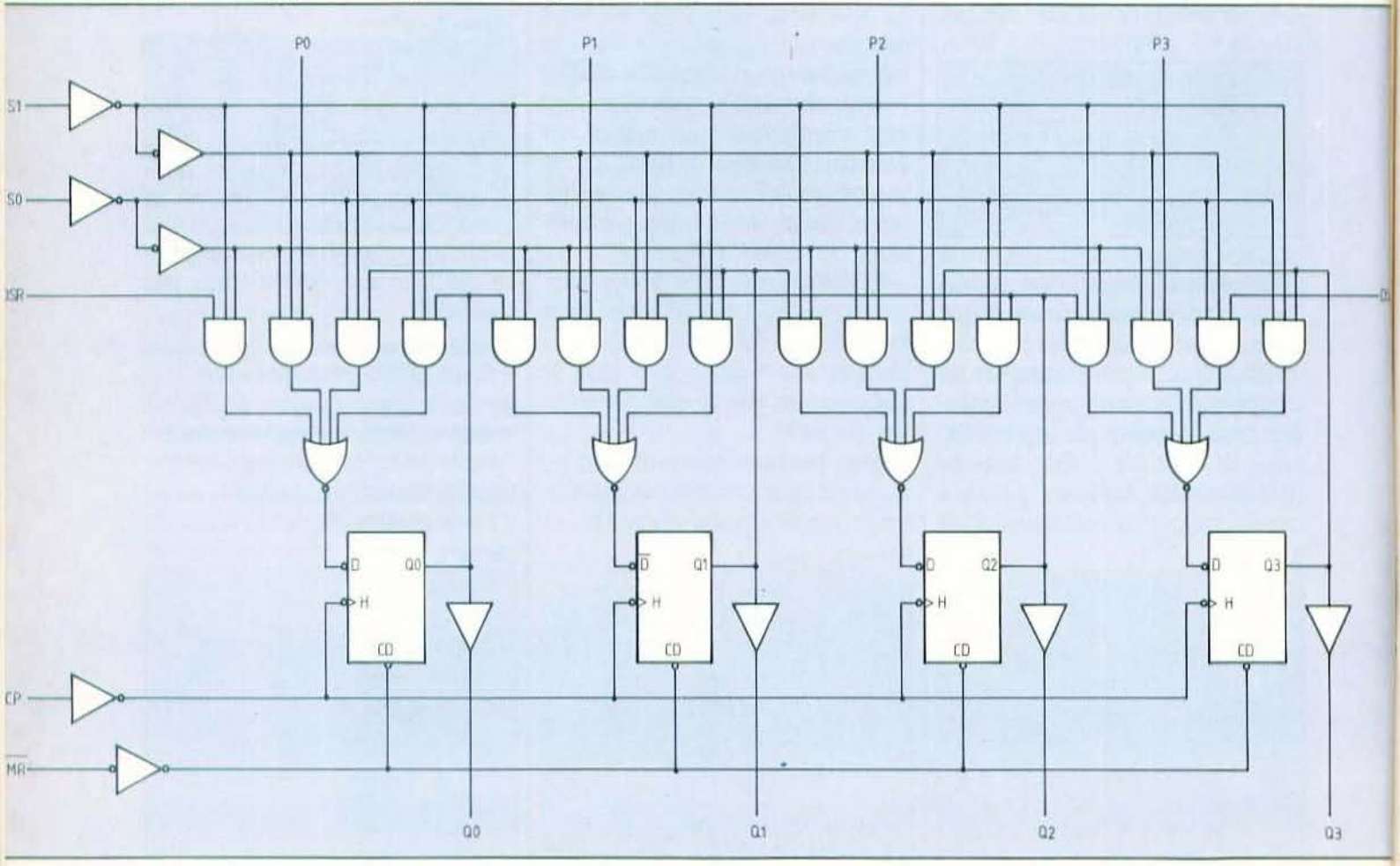


Figure 9. Logigramme d'un étage du 40194.

Un exemple d'utilisation

Soit à lire un ruban perforé. Celui-ci contient une information binaire sous forme de perforation, ici dans notre exemple 4 bits sur 4 pistes de perforation. Cette information est donc parallèle. Une rangée de perforation systématique permet

Figure 11. Logigramme du registre à décalage 40194.



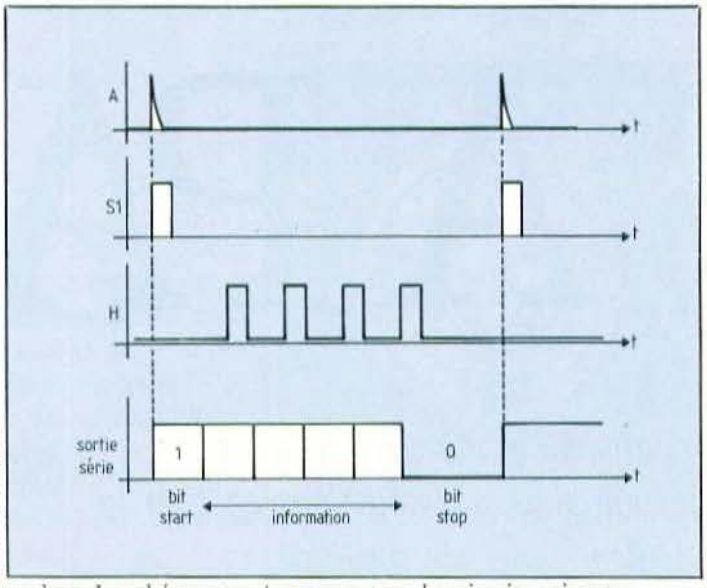


Figure 14. Le diagramme temporel du circuit de la fig. 14.

l'entraînement du ruban. Le schéma proposé figure 13 permet, grâce à un circuit 40194, une sérialisation avec adjonction de bit de start (1) et de bit de stop (0) de l'information contenue sur le ruban perforé. Le circuit de commande à base de compteur et monostable fournit les signaux S_1 et H dès réception du signal A en provenance de la piste d'entraînement (voir le diagramme temporel de la figure 14). On opère ainsi :

— un chargement parallèle

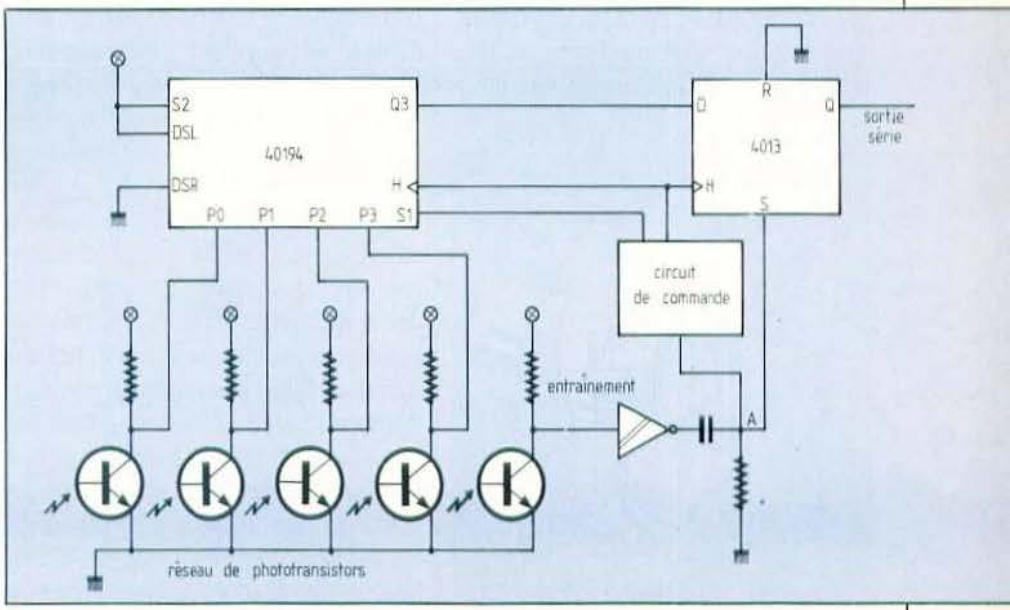
— 5 décalages successifs (4 pour l'information et un pour le bit de stop positionné à 0 grâce à DSR = 0)

La bascule D type 4013 transmet l'information précédée d'un bit de start positionné à 1 grâce à l'entrée de forçage Set activée par le signal A.

	Entrées ($\overline{MR}$ = H)					Sorties à T_{n+1}			
	S_1	S_0	D_{SR}	D_{SL}	P_i	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3
Mémoires	L	L	X	X	X	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3
Décalage gauche	H H	L L	X X	L H	X X	Q_1 Q_1	Q_2 Q_2	Q_3 Q_3	L H
Décalage droite	L L	H H	L H	X X	X X	L H	Q_0 Q_0	Q_1 Q_1	Q_2 Q_2
Chargement	H	H	X	X	mot 4 bits	P_0	P_1	P_2	P_3

Figure 10. Table de fonctionnement du 40194.

Figure 13. Le circuit de sérialisation.



Quelques circuits courants

Dans la famille C/MOS B nous trouvons, entre autres, les circuits suivants :
4006 registre à 18 étages
4015 entrée série, sortie parallèle
4031 registre à 31 étages
4014 sortie série synchrone
4021 sortie série asynchrone
40194 universel 4 bits

Dans la famille TTL nous trouvons, entre autres, les circuits suivants :
74 LS 91 registre 8 bits
7494 registre 4 bits

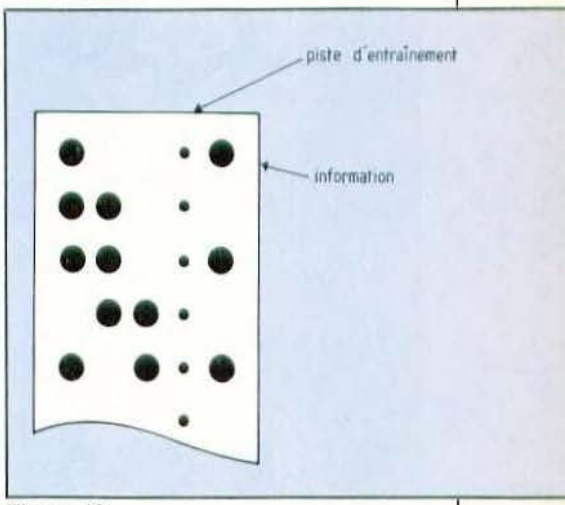


Figure 12.

74 LS 164 registre 8 bits série-parallèle
74 LS 166 registre 8 bits entrée série parallèle, sortie série
74 LS 194 registre universel 4 bits.

Ce qui montre bien qu'il est facile, au concepteur de systèmes logiques, de trouver, dans les standards industriels C/MOS ou TTL, le circuit de décalage qui convient à son application. ■

William Verleyen

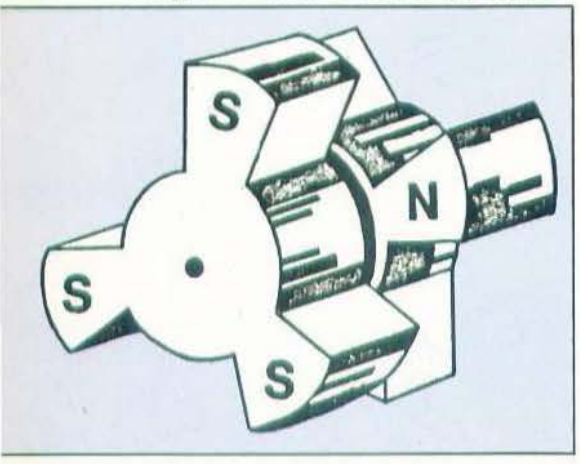
PAS A PAS

Bien connaître le moteur pas à pas, c'est la condition sine qua non pour en tirer le meilleur parti, en pratique.

Motoriser une table traçante, positionner un télescope, déplacer un outil d'usinage ou une pièce à usiner, animer un petit robot..., un prolongement pratique des utilisations d'un micro-ordinateur que souhaite certainement explorer un grand nombre des mordus de la programmation.

Pour répondre à ce souhait, et pour favoriser l'éclosion de nombreuses réalisations ayant une vocation similaire, c'est-à-dire permettant de confier un travail à réaliser aux bons soins d'un micro-ordinateur et avant de décrire en détail une réalisation pratique, nous étudierons un type d'actionneur particulièrement adapté à

Fig. 1. Un rotor de moteur pas à pas.



I. PRINCIPES

notre propos, le moteur pas à pas; puis nous étudierons l'unité de commande d'un moteur pas à pas, l'interface avec un micro-ordinateur et enfin nous traiterons un exemple d'application concret : une table XY (Z) destinée à des travaux d'usinage légers (découpe, gravure, perçage, graphisme...).

Sommairement, un moteur pas à pas est conçu de manière à tourner d'un angle proportionnel au nombre d'impulsions qu'on lui fournit : le contrôle du nombre d'impulsions permet la réalisation d'un déplacement angulaire très précis, et la vitesse de rotation est une fonction directe de la fréquence des impulsions. Le moteur pas à pas permet ainsi une précision et une répétitivité comparables à celles que l'on peut obtenir avec un capteur de position, un capteur de vitesse et un moteur à courant continu par exemple, et il offre donc des avantages substantiels vis-à-vis des autres solutions de motorisation, tant sur le plan de l'interface (la conversion digitale/analogique étant réalisée en fait par le moteur lui-même), qu'au niveau de l'asservissement : aucune boucle de contre-réaction, mais un simple commutateur électronique commandé par un circuit logique convertissant les impulsions en une séquence d'états propre à assurer la rotation du moteur. Il existe trois principaux types de moteurs pas à pas :

— le moteur à aimant permanent
— le moteur à réluctance variable
— le moteur hybride.

Le moteur pas à pas hybride combine les avantages des deux premiers types : couple important, grande précision angulaire et vitesse de démarrage relativement élevée. L'angle de pas des moteurs hybrides est généralement 0°9, 1°8, 3°6 ou 5°, 1°8 étant le plus courant.

Fonctionnement du moteur pas à pas hybride

Les figures suivantes illustrent le fonctionnement d'un moteur à aimant permanent à 12 pas par tour; la figure 1 montre le rotor d'un tel moteur constitué d'un aimant permanent bipolaire compris entre deux roues dentées décalées angulairement de la moitié du pas de denture. Lorsque les enroulements placés sur les pôles statoriques 1 et 3 sont alimentés de manière à produire respectivement un pôle nord et un pôle sud, le rotor prend une position stable comme indiqué sur la figure 2a; si l'on excite ensuite les enroulements 2 et 4 de manière à créer un pôle nord en 2 et un pôle sud en 4, le rotor prend une nouvelle position d'équilibre (fig. 2b), ayant ainsi réalisé un angle de 30°. Les figures

2c et 2d montrent comment effectuer les pas suivants.

Le moteur pas à pas hybride est représenté sur la figure 3. Dans le moteur à réluctance variable, on utilise la propriété qu'a une pièce en matériau magnétique doux placée dans un champ magnétique de prendre une position de réluctance minimale, provoquant ainsi un couple de rappel : des dents taillées sur les pôles du rotor et du stator d'un moteur hybride permettent d'exploiter cette propriété, et d'arriver ainsi à réaliser des moteurs ayant un grand nombre de pas par tour (200 pas par tour, généralement).

Chaque pôle du moteur hybride comporte un bobinage bifilaire et une structure dentée au niveau de l'entrefer. Les dentures des pôles successifs sont disposées à la manière d'un vernier par rapport à la denture rotorique.

Un aimant annulaire, monté axialement dans le rotor, produit des polarités magnétiques opposées dans chaque culasse rotorique; celles-ci comportent le même nombre de dents et sont angulairement décallées d'un demi-pas de denture. Lorsqu'un courant circule dans l'une des phases du bobinage statorique, certains pôles du stator sont le siège d'une force magnétomotrice s'ajoutant à l'effet produit par l'aimant, alors que d'autres pôles prennent une magnétisation tendant à s'opposer au flux produit par l'aimant : il en résulte ainsi un couple de maintien très important, provenant à la fois du flux produit par l'aimant permanent et de l'effort d'attraction entre les dentures rotorique et statorique, dû au fonctionnement par réluctance variable.

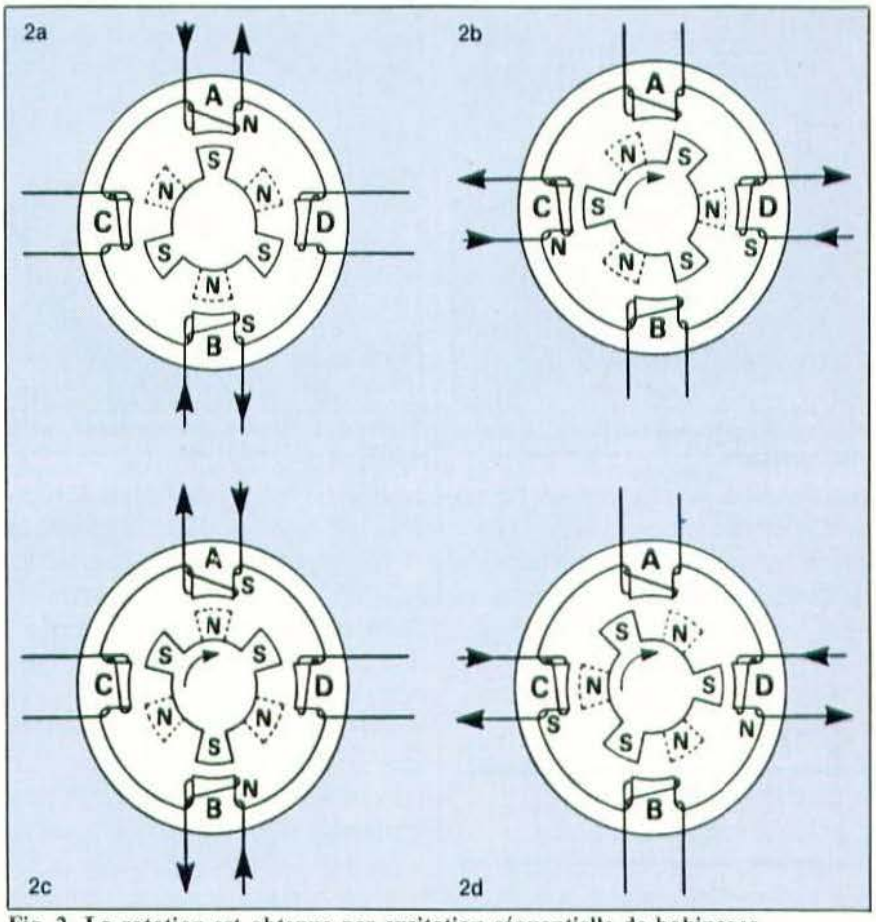
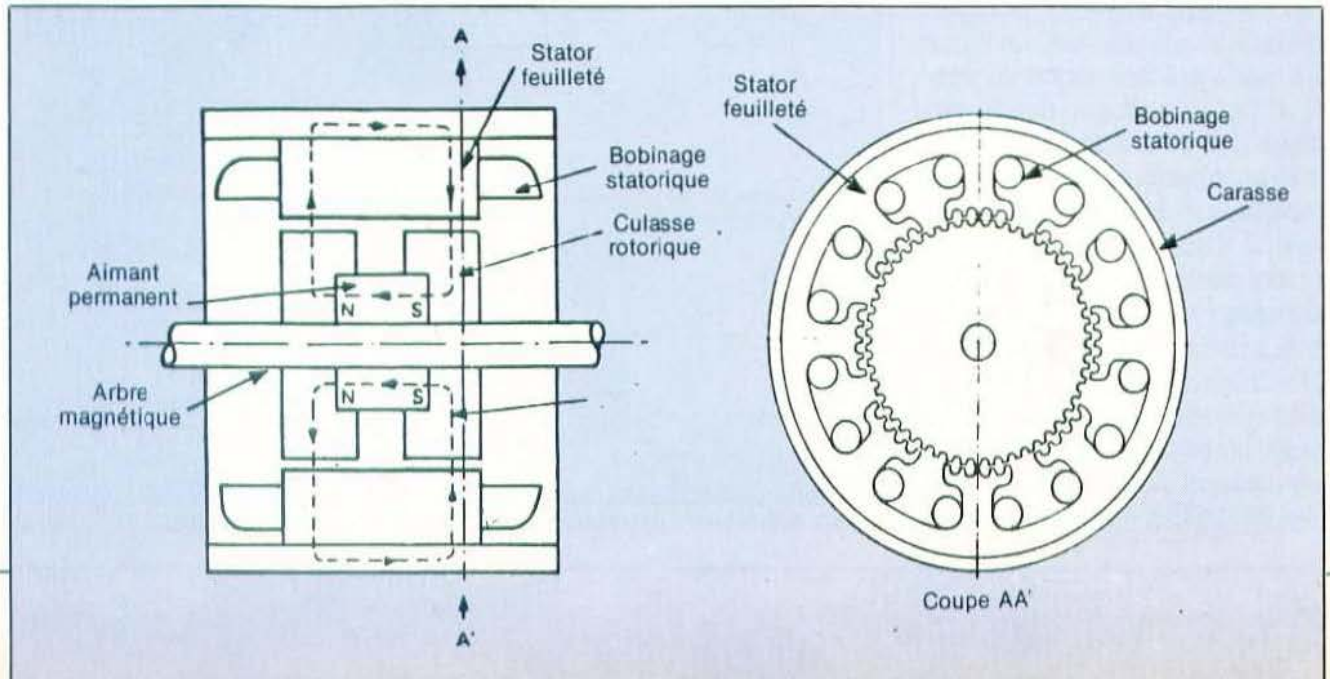


Fig. 2. La rotation est obtenue par excitation séquentielle de bobinages.

Lorsque le courant d'excitation est établi dans une autre phase du bobinage statorique, le changement du trajet du flux provoque le déplacement du rotor, qui avance ainsi d'un pas, soit 1°8 dans le cas d'un moteur à 200 pas par tour. Par une séquence d'alimentation appropriée, on arrive donc à contrôler la rotation du moteur, soit par pas de 1°8 comme l'in-

Figure 3. Schéma d'un moteur pas à pas de type hybride.



Pas n°	Pôle n°							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	N	N	S	S	N	N	S	S
2	S	N	N	S	S	N	N	S
3	S	S	N	N	S	S	N	N
4	N	S	S	N	N	S	S	N
5	répétition du pas n° 1							
•								
•								
•								
•								
200 pas/tour, rotor 50 dents								

Figure 4. Séquence d'excitation en mode «pas complet».

Pas n°	Pôle n°							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	N	N	S	S	N	N	S	S
2		N		S		N		S
3	S	N	N	S	S	N	N	S
4	S		N		S		N	
5	S	S	N	N	S	S	N	N
6		S		N		S		N
7	N	S	S	N	N	S	S	N
8	N		S		N		S	
9	répétition du pas n° 1							
400 pas/tour, rotor 50 dents								

Figure 5. Séquence d'excitation en mode «demi-pas».

dique le tableau de la figure 4, soit par pas de 0°9 comme l'indique la figure 5. Pour réaliser ce type de séquence d'alimentation dit mode demi-pas, on excite alternativement tous les pôles, puis la moitié des pôles, réalisant ainsi, en quelque sorte, une interpolation par rapport à la séquence précédente, dite mode pas complet.

Couple développé par le moteur à l'arrêt

Dès que l'une des phases du moteur est alimentée, le rotor prend une position stable telle que les champs de l'aimant et du stator soient alignés; le couple du rotor est donc nul dans cette position d'équilibre. Autour de cette position, la répartition du couple est approximativement sinusoïdale, et l'équation du couple moteur peut s'écrire de façon simplifiée :

$C = Cmax. \sin k\theta$

où C = couple disponible sur l'arbre
Cmax = couple maximum sur l'arbre
k = constante de construction du moteur
θ = déplacement angulaire du rotor depuis la position d'équilibre.

L'image du couple statique au rotor en fonction du déplacement par rapport à la position d'équilibre est donnée par la figure 6 montrant par ailleurs que le couple statique maximum développé par le moteur correspond au couple de maintien à l'arrêt. A noter, d'autre part, que ce couple maximum occure à 1°8 de la position d'équilibre pour un moteur à 200 pas par tour, ceci quel que soit le mode d'excitation, pas complet ou demi-pas.

La figure 7 montre une famille de courbes C = f (θ) correspondant à l'excitation successive pour 3 pas en mode pas complet. Sur le pas 1, lorsque le moteur est excité, la charge exerce un couple de friction tel que le rotor se trouve à un angle θ 1 de la position d'équilibre : le point de fonctionnement du moteur se trouve alors en A sur la courbe c = f (θ) du pas n° 1. Lorsque l'on change l'excitation des phases du moteur pour effectuer le pas n° 2, le point de fonctionnement passe en B : le couple exercé par le moteur étant supérieur au couple de friction dû à la charge, le déplacement du moteur est tel que le rotor retrouve un nouvel équilibre qui se situe au point C, sur la courbe c = f (θ) correspondant au pas n° 2. La figure 7 montre par ailleurs que le couple dynamique développé par le moteur est sensiblement plus faible que le couple de maintien à l'arrêt : le couple dynamique maximum correspond à l'intersection des courbes c = f (θ) de 2 pas successifs; cette valeur maximale correspond à une vitesse proche de zéro, c'est-à-dire une avance pas par pas.

Couple développé par le moteur de rotation

La figure n° 8 donne l'allure générale de la courbe couple/fréquence d'un moteur pas à pas. Cette courbe indique comment le couple disponible varie avec la vitesse du rotor.

L'augmentation de la fréquence entraîne une diminution du couple en raison, d'une part, de la réduction du courant due à l'inductance de l'enroulement, et, d'autre part, de la croissance des courants de Foucault et des pertes par hystérésis qui diminuent le rendement du moteur.

La figure 8 fait apparaître deux limites de fonctionnement : une limite marche/arrêt qui donne le couple résistant maximal pour lequel le moteur peut démarrer en synchronisme avec une fréquence de commutation donnée et pour une inertie spécifiée de la charge à entraîner, et une limite dite «d'entraînement» donnant le couple maximal disponible sur l'arbre du moteur

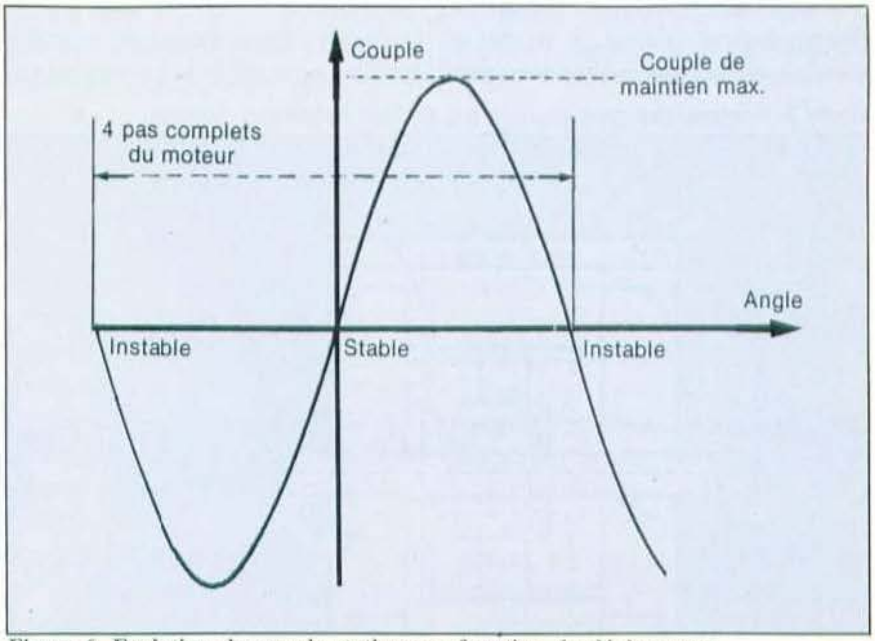


Figure 6. Evolution du couple statique en fonction du déplacement.

en vitesse établie. Pour amener le moteur au-delà de la limite marche/arrêt, il est nécessaire de l'alimenter avec une montée en fréquence progressive. De manière analogue, pour arrêter le moteur lorsqu'il fonctionne dans la zone d'entraînement, on doit d'abord faire décroître progressivement la fréquence de commutation jusqu'à la zone marche/arrêt, faute de quoi le moteur se désynchroniserait. Il faut rappeler que les performances d'un moteur dépendent étroitement du système de commande utilisé et de la charge externe; une courbe couple/vitesse n'a donc de signification qu'en fonction de ces paramètres.

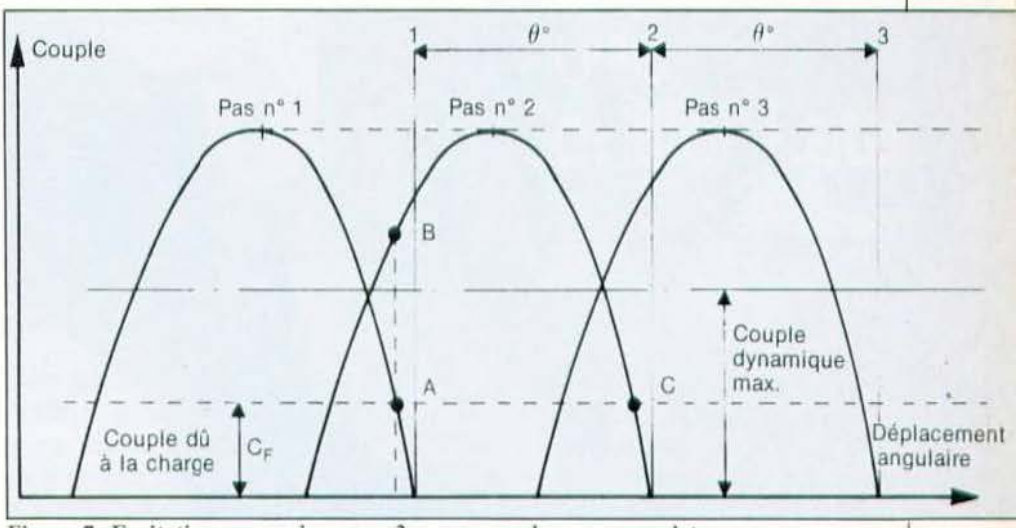


Figure 7. Excitation successive pour 3 pas en mode «pas complet».

Effets de la charge sur le comportement du moteur

Quand les courants de phase sont commutés pour faire tourner le rotor d'un pas, le rotor atteint son nouveau point d'équilibre avec une vitesse non nulle, et son moment d'inertie propre l'amène donc au-delà de ce point d'équilibre, d'où une réponse oscillatoire telle que l'indique la figure 9.

Le couple de friction dû à la charge améliore en général l'amortissement du moteur, alors que l'inertie ramenée par la charge diminue la fréquence des oscillations : à certaines fréquences de commutation, ces oscillations peuvent affecter sérieusement la réponse du moteur en produisant des phénomènes de résonance, et même un calage du moteur. Les facteurs influençant la résonance du moteur comprennent, outre le couple de friction et l'inertie de la charge, la constante de temps des bobinages du moteur, et la forme de l'impulsion du courant d'alimentation.

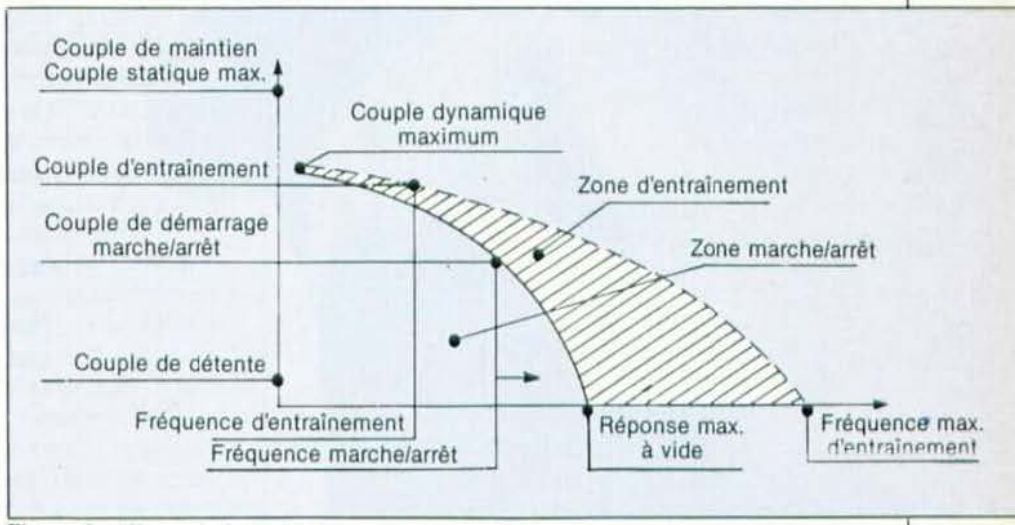


Figure 8. Allure générale de la courbe couple/fréquence.

Si l'on veut obtenir d'un moteur ses performances optimales, il est difficile d'augmenter le couple de friction sans nuire aux performances dynamiques du système, et cette technique n'est donc pas utilisée dans les systèmes performants.

Lorsque l'inertie de la charge est du même ordre de grandeur que l'inertie rotorique du moteur (Jch = 1 à 5 Jrot par exemple), l'utilisation d'un circuit de commande performant permet de s'affranchir correctement des problèmes de résonance, d'autant plus facilement que la constante de temps des bobinages est plus faible.

Le chapitre suivant, traitant de l'électronique de commande des moteurs pas à pas, nous montrera quelles sont les techniques utilisées pour obtenir d'un moteur ses performances maximales, et nous aurons donc l'occasion de revenir en détail sur l'étude des points précédents. *A suivre.*

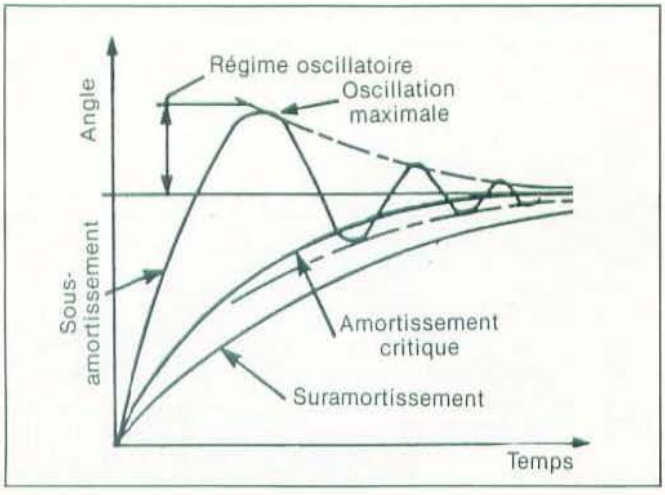


Fig. 9. Suroscillations autour du point d'équilibre.

Dominique Lami

ROBOT C.S.111

Le ROBOT C.S. 111 est spécialement étudié pour simuler des automatismes industriels, servir de matériel pédagogique pour l'enseignement de la robotique et la recherche, ou pour constituer le manipulateur que pilotera votre micro-ordinateur. La conception matérielle et logicielle «TOUT EN UN» rend particulièrement attrayante et performante la commande du ROBOT C.S.111. La carte électronique, équipée d'un Z 80® - 4 MHz, située dans le socle dispose de trois emplacements mémoire (type 2732) permettant de mémoriser sur EPROM des opérations répétitives et de faire fonctionner le ROBOT C.S. 111 de manière autonome. Les 11 commandes de base, intégrées dans le logiciel, permettent une utilisation aisée et immédiate dès que le robot est connecté à un système.

SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

- 5 degrés de liberté. 6 moteurs pas à pas.
- Charge du bras : 500 g. Entraînement par chaînes (par câble pour la main).
- Autotest intégré.
- Langages : BASIC, ASSEMBLEUR, FORTH ou autre.
- Interface « CENTRONICS ».
- Enregistrement de 600 positions.
- Temporisation - Sélection de 5 vitesses.
- Alimentation : 220 V, 62 W, 50/60 Hz.

Prix : 16 950 F TTC - Port en sus.

ZMC

ZMC B.P. 9
60580 COYE-LA-FORET

ET POUR EN SAVOIR PLUS, UN TÉLÉPHONE : 16 (4) 458.69.00

Service lecteur : cerclez 111

TECHNIQUES VISUELLES 248.02.14

Notes

TROIS FOIS HÉLAS !

Si vous êtes un fidèle lecteur de *Micro et Robots*, vous devez savoir que le «Service Plus» est un service de réponses téléphonées qui était assuré depuis le début de l'année 1984 par notre collaborateur Christian Tavernier au (94) 21.39.96, tous les mercredis de 14 à 18 heures.

Ce service fonctionnait très bien, trop même, puisqu'il était quasiment occupé tout l'après-midi, vu le nombre de correspondants potentiels. Ceci a conduit un certain nombre de lecteurs indélicats à utiliser ce numéro à d'autres jours et heures de la semaine contraignant M. Tavernier à débrancher son combiné hors des heures précitées. Non contentes de cela, certaines de ces personnes ont adressé des réclamations aux PTT, prétextant qu'il était impossible de joindre ce numéro. M. Tavernier a donc été mis en demeure par l'administration des PTT de rétablir cette ligne en permanence ou de la suspendre.

Comme le rétablissement conduit à un nombre d'appels vraiment prohibitif rendant tout travail sérieux impossible certains jours, le (94) 21.39.96 n'est plus disponible depuis début décembre et ce, de façon définitive. Cette décision a été prise à regret, d'autant qu'elle vient du fait d'une minorité de personnes et qu'elle pénalise tous ceux qui s'en sont tenus aux horaires réglementaires. A ces derniers nous présentons nos excuses et souhaitons que les personnes qui ont téléphoné le dimanche matin, le soir jusqu'à près de 23 heures ou, avec une régularité de métronome, au moment des repas aient un peu honte des conséquences de leur comportement. M. Tavernier offrait ce service bénévolement : il estime qu'il y a des limites à ne pas dépasser et déplore qu'une fois encore ce soit une minorité bruyante et incorrecte qui ait raison d'une majorité respectueuse des convenances.

CLAVIER DE COURSE

Les claviers QWERTY ou AZERTY sont-ils appelés à disparaître ? La nouvelle disposition des touches dite «DVORAK» (du nom de son inventeur) permet d'incroyables économies de temps, de fatigue, d'erreurs. Les caractères les plus fréquemment utilisés sont en effet situés au centre du clavier : la rangée où sont situés les doigts au repos autorise 3000 combinaisons de mots contre 100 pour le QWERTY. Cette disposition récemment normalisée par l'ANSI réduit les erreurs de frappe de 90% et le déplacement des doigts de 92% (les doigts d'une dactylo, en une journée, ne parcourent plus que 1,5 km contre 19 km au QWERTY). Key-Tronic propose dès maintenant un clavier DVORAK compatible IBM-PC ou XT, le KB-5150D : saura-t-il chambouler les habitudes des professionnel(le)s de la frappe ?

Service lecteur : cerclez 17

Passez professionnel avec Control Data.

L'informatique vous attire... vous êtes peut-être déjà un amateur passionné. Vous sentez les immenses possibilités, encore à peine explorées, qu'offrent les ordinateurs.

Vous avez entre 20 et 30 ans. Vous désirez exercer un métier captivant et bien rémunéré.

Une formation intensive et solide, chez un constructeur d'ordinateurs de réputation internationale, fera de vous le [ou la] vrai professionnel que les entreprises recherchent.

Demandez la brochure de l'Institut Privé Control Data. Vous y trouverez toutes les informations sur ses conditions d'admission, ses méthodes d'enseignement avancées et éprouvées dans un environnement qui ne ressemble en rien à celui de l'école.

Vous découvrirez les nombreux débouchés des deux principaux métiers de l'informatique : l'analyse-programmation et l'inspection de maintenance.

CONTROL DATA

INSTITUT PRIVÉ CONTROL DATA
pour devenir un vrai professionnel

A RETOURNER A : Institut Privé Control Data
Bureau 436, 59 rue Nationale - 75013 Paris.
Tél. : (1) 584.15.88.

GRAPH. REAL

Nom _____

Adresse _____

_____ Age _____

NIVEAU D'ÉTUDES : niveau bac ☐ bac ☐

études sup. ☐ Autres _____

INTÉRESSÉ PAR COURS D'INSPECTEUR DE MAINTENANCE en 26 semaines à Paris seulement ☐

INTÉRESSÉ PAR COURS D'ANALYSTE-PROGRAMMEUR en 19 semaines à Paris ☐ à Marseille ☐ à Nantes ☐ à Lille ☐ à Lyon ☐

Service lecteur : cerclez 109

Informatique

SAINT PAUL

Sperry Computer Systems a décidé de créer un centre de recherche en intelligence artificielle dans la région de Saint Paul-Minnéapolis. Les objectifs de ce centre seront d'intégrer les possibilités des systèmes experts à des applications militaires et commerciales (!), la recherche à tous les échelons des applications militaires et commerciales (!!) et le développement de produits spécifiques destinés à des utilisations militaires de pointe (!!!) et des outils logiciels s'intégrant à des solutions de productique.

CLOCHER

C'est au cœur des «Quatre Temps», à la Défense, que s'ouvrira près de Paris le Village Informatique : centre d'exposition permanente de matériels et de services informatiques, salon permanent mais aussi centre d'animations et point de rencontre entre professionnels et utilisateurs, telles sont les caractéristiques de ce village qui occupera environ 10 000 m². Outre les stands des constructeurs et importateurs, 12 à 15 salons thématiques seront organisés chaque année.
Ouverture au printemps 85. Rens. : 728.75.75.

CASSETTES

Les cassettes Agfa PC 15 ont été développées spécialement pour l'informatique : le couchage de l'oxyde a été particulièrement soigné pour éliminer les drop-out tandis que, d'un point de vue mécanique, les concepteurs se sont attachés à garantir une grande précision de guidage. D'une épaisseur de 15,5 µm, cette bande permet le stockage de 2 × 7,5 minutes de programme.

MEMOIRE EN POCHE

Le Lansay Memo se présente comme un ordinateur de poche, doté de circuits intégrés spécifiques et servi par une mémoire de 4000 caractères. Il sait stocker des messages (mots et chiffres) et les afficher sur simple demande, mais il fait également fonction de calculatrice, de réveil, de chronomètre. Ce gadget incorpore en outre un calendrier qui court du premier au dernier jour du siècle, ce qui permet d'appeler n'importe quelle date et n'importe quel rendez-vous jusqu'en fin de siècle ! Cette fonction de calendrier permet également de créer des aides mémoires sonores jusqu'au 31 décembre 1999, qui rappelleront certains rendez-vous ou certaines dates à n'oublier sous aucun prétexte.
Le Lansay Memo ne mesure que 136 × 90 mm, pour 9 mm d'épaisseur et ne pèse que 120 grammes.
Son mini clavier comporte 43 touches, dont 28 sont des touches de données. Les autres sont des touches de fonctions, qui indiquent au système ce qu'il doit faire des données entrées, par exemple les stocker en mémoire, les appeler pour affichage, les effacer, etc. Chaque touche de données peut fonctionner dans deux ou trois modes différents, selon la touche utilisée. Prix : 950 F environ.

Service lecteur : cerclez 14

MONTPELLIERAIN

Les possesseurs d'un micro BBC ou Electron habitant la région de Montpellier ont désormais la possibilité d'adhérer au Club BBC/Electron qui édite, tous les deux mois un recueil contenant des programmes, essais, montages et conseils pratiques pour la somme de 20 F. Rens. : M. Offray, 1, rue d'Albisson, 34000 Montpellier.

ADA A L'EAU !

La «fameuse» U.S. Navy, la marine américaine, vient de passer commande à la filiale américaine de Cap Gemini Sogeti d'un développement de logiciel en langage ADA. Le contrat porte sur une interface entre des applications réalisées en langage ADA et une base de données relationnelle. Une magnifique victoire commerciale dont le montant atteint la bagatelle de 1,8 MF...

OSEZ LES DEMANDER !

Les premiers numéros
de Micro & Robots sont encore disponibles, vous y trouverez tout ce que vous avez toujours voulu savoir
sur la micro et les robots sans oser le demander !

Rubriques/Articles	N°		N°
INITIATION :			
— La logique des états : les fonctions de base	1	décodeurs et multiplexeurs	7
— La numération : opérations et codes	2	synthèse de systèmes combinatoires,	9
— Le microprocesseur 6502 : présentation,	1, 2	synthèse d'un automate séquentiel,	10
programmation, applications, interfaçage	3, 4	synthèse d'un automate séquentiel complexe	12
— Algèbre de Boole : la dualité,		— Un programme : le Master Mind	9
les conventions, les symboles	3	— Un programme d'apprentissage pour	
— La programmation : structure d'un		ordinateur	7
micro-ordinateur, les outils, le Basic :	1, 2, 3	— Les systèmes automatisés	8
(1re, 2e, 3e, 4e, 5e, 6e et 7e partie)	4, 5, 6, 7, 9, 10	— Le langage «C»	10
— La logique : la fonction mémoire		— Le Forth (1re, 2e et 3e partie)	11, 12, 13
(1re et 2e partie),	4, 5	— Le langage PL/1	13
les bascules synchrones	6		
TECHNOLOGIES :			
— Du côté de l'infrarouge : les photo-capteurs	1	— **Les liaisons série**	5
— Les microprocesseurs monochip	2	— Les servo-mécanismes	5
— Les actionneurs des robots	2	— La norme RS 232	6
— La télémétrie à ultrasons à travers le kit		— La commande de moteurs C.C.	6
Polaroid	2	— La synthèse vocale	7
— Les capteurs à effet Hall et les		— Les systèmes informatiques	11
magnétorésistances	3	— Les capteurs C.C.D.	11
— L'œil du robot : la vision artificielle,		— Les procédures de traitement de l'image	11
exemple du système Ulysse	3, 5	— L'Intelligence Artificielle	11
— Les moteurs pas à pas : principe et		— Les disquettes et leurs lecteurs	10, 11
commande	4	— La commande de moteurs par A.O.P.	13
— Les détecteurs de proximité inductifs	4	— Le 68705, coté logiciel (1re partie)	13
— Logiciel contre matériel	5		
RECHERCHE :			
— Grenoble : la recherche	5	— L'intelligence artificielle (1re et 2e partie)	4, 6
— L'algorithme S.E.M. de reconnaissance des		— Toulouse : la recherche	7
nombres	6		
REALISATIONS :			
— Un détecteur d'obstacle à infrarouge	1	— Une interface parallèle universelle	6
— Une alimentation ininterruptible	1	— Un synthétiseur vocal	7
— Un programmateur temporel universel	1	— Une interface parallèle/série	7
— Un codeur incrémental	2	— Le Cybernoïd (1re et 2e partie)	6, 7
— Un programmateur de microprocesseur		— Un automate programmable (1re et 2e partie)	8, 9
monochip (68705)	2	— Un capteur opto-électronique	9
— Trois améliorations pour le ZX 81	2	— Une alimentation à découpage	8
— Le robot bâtisseur : 1re, 2e, 3e partie	2, 3, 4	— Un microtimer (1re et 2e partie)	9, 10
— Un détecteur d'inclinaison	3	— Un transmetteur de données par secteur	10
— Un transmetteur téléphonique automatique		— Une interface série pour Oric 1 et Atmos	10
(à base de 68705)	3	— Un senseur tactile X.Y	10
— Une sonnette musicale à microprocesseur		— Une commande de moteurs C.C.	10
(TMS 1000)	3	— Un codage optique pour moteurs	11
— Une «moustache» photosensible	4	— Une interface série-parallèle	11
— Une serrure à microprocesseur	4	— Votre micro Forth	11,12
— Une alimentation triple	4	— Un bras de robot à moins de 500 F	12, 13
— Une interface pour Oric 1	5	— Un programmateur d'Eproms	12, 13
— Un circuit de commande d'un servo	5		
— Un modem universel (1re et 2e partie)	5, 6		

(Suite au verso)

(Suite de la page précédente)

TEST :

— Oric 1 contre Spectrum 1
— Le robot Hero 1 1
— L'imprimante 4 couleurs Oric MCP40 2
— Le micro-ordinateur portatif Sharp PC-1500 2
— Le robot Multisoft 2
— L'imprimante semi-professionnelle Epson FX-80 3
— Quelques logiciels utilitaires pour Oric 1 3
— Le micro-ordinateur Hector HRX 3
— La machine à écrire interfaçable Brother EP 22 4
— Le micro Sanyo PHC-25 et ses périfériques 4
— La table logicielle Sharp CE 153 4
— La carte d'interface ORES pour Oric 4
— Le robot Topo d'Androbot 5
— La table xy Graphtec MP 1000 5
— L'ordinateur portable Sanco TPC 8300 5
— Le Dragon 32 5
— Le Sinclair QL 6
— L'ordinateur Alice 6
— Le bras Hikawa HX 3000 6
— Les Movit Elehobby 6
— Le micro DAI 6
— Comparatif de trois tables à digitaliser 7
— Le micro portable Epson HX 20 7
— Le Tandy TRS 80-PC4 7
— Le micro-ordinateur français EXL 100 7
— Le terminal Microscribe 8
— L'imprimante Colortrace 8
— Comparatif de trois automates programmables 8
— Le micro Thomson MO 5 9
— Le DEF 3000 9
— L'Oric Atmos et son lecteur de micro-disquettes 9
— L'Acorn Electron 9
— La machine à écrire/imprimante/terminal Brother EP 44 10
— L'ordinateur portable Stadu P 10
— Le robot Cyber 10
— Le micro-ordinateur B.B.C. 10
— Le synthétiseur vocal Synthé 2 10
— L'Apple II C 11
— Le QL Sinclair 11
— Le logiciel Monasm 11
— Le P.C. Wang 12
— Le bras Z.M.C. C.S. 111 12
— La table traçante Busiplot 12
— Le modem Buzzbox 13
— L'ordinateur portable Tandy TRS 80 4 P 13

MAGAZINE

— La robotique en France 1
— L'état de la logique 1
— Qu'est-ce qu'un robot ? 1
— Les robots du Nord 3
— La formation vue par Terel 4
— Un robot et une table traçante en Lego 4
— Les robots de Las Vegas 4
— Les 50 ans de la bande magnétique 4
— Albuquerque : le 1er salon mondial de la robotique personnelle 7
— Les robots vus par nos enfants 8
— Perspectives des Cybernoïd 8
— Les robots du métro 8
— Les robots selon la C.F.D.T. 8
— La robotique en Grande Bretagne 9
— Le festival des Robots 9
— Le Sicob 84 11
— La machine de Turing 12
— Entretien avec H. Curien, Ministre de la Recherche 12
— METRA : Un système expert de prédiction d'avalanche (1re partie) 13
— Les robots dans la littérature de loisir 13

INDUSTRIE

— Asea : rencontre du leader européen de la robotique industrielle 5
— Grenoble robotique : AID, ITMI, Merlin-Gérin 6
— Toulouse : les produits du transfert recherche/industrie 8
— L'état de la robotique selon l'AFRI 8
— L'offre française de robots 8
— Le langage de programmation LM 8
— La France et les Robots Autonomes Multiservices 8
— Midi-robots : une société à vocation de transferts 8
— L'ADI et la robotique 8
— Trois robots français de formation 8
— Tour d'horizon de la robotique agricole 8
— Les projets de robots domestiques de Renault Automation 8
— Detroit : l'exposition internationale Robots 8 9
— Les produits de Productique 84 9
— Barras Provence : la voie de la robotique 10
— Vision : l'exemple d'I2s 11
— Les systèmes de vision 11
— Les moteurs C.E.M. 11
— Les robots Rhino 11
— Robotique et PMI 12
— Le FIM : l'aide à l'investissement 12
— L'ingénierie vue par Bertin 12
— Le CESI et la formation permanente 12
— Transfert : l'exemple de la micro-caméra Micam 12
— Le colloque d'I.A. de Marseille 13
— La robot-chirurgie : un micromanipulateur 13
— Histoire de Spartacus 13
— Le système Zymate 13

BON DE COMMANDE DES PRECEDENTS NUMEROS

Il est indispensable de remplir et de retourner les deux parties du bon ci-dessous et de mettre une croix dans la case du numéro demandé.

MICRO et ROBOTS
2 à 12, Rue de Bellevue - 75940 Paris Cedex 19

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
N° demandé(s) : ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Je règle la somme de ..... F
(prix d'un numéro : 17 F)

par ☐ Chèque bancaire ☐ Mandat ☐ Chèque postal *(sans n° de compte)*

Nom, Prénom : .....

N° et rue : .....

.....

Code postal ☐☐☐☐☐ Ville : .....

MICRO et ROBOTS
2 à 12, Rue de Bellevue - 75940 Paris Cedex 19

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
N° demandé(s) : ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Je règle la somme de ..... F
(prix d'un numéro : 17 F)

par ☐ Chèque bancaire ☐ Mandat ☐ Chèque postal *(sans n° de compte)*

Nom, Prénom : .....

N° et rue : .....

.....

Code postal ☐☐☐☐☐ Ville : .....

NOUVEAUTES ETSF

COLLECTION POCHE informatique

30 PROGRAMMES POUR COMMODORE 64
D. Lasseran

Des programmes variés mettent en œuvre les commandes BASIC, le processeur audio et le processeur vidéo du Commodore 64. Ils peuvent être utilisés tels quels ou servir, avec ou sans modification, de point de départ ou de sous-programmes à des ensembles plus importants.

Coll. Poche informatique N° 12. 128 p. Prix : 45 F port compris.

DU ZX 81 AU SPECTRUM 25 PROGRAMMES
G. Isabel

Cet ouvrage s'adresse aux débutants et à tous ceux qui s'intéressent au passage de l'une à l'autre machine. Pour chaque programme, il y a donc deux versions : l'une pour ZX 81, utilisable avec 1 K de mémoire RAM, l'autre, pour SPECTRUM, fait appel à la couleur, au son et aux possibilités particulières de cette machine.

Coll. Poche informatique N° 13. 128 p. Prix : 45 F port compris.

40 PROGRAMMES POUR CASIO PB 700
G. Probst

Cet ouvrage illustre, par des applications utiles ou amusantes, les nombreuses fonctions du BASIC sur PB 700. Chaque programme, accompagné d'un exemple, est immédiatement utilisable.
Vous ferez ainsi le tour des possibilités de cette machine et de son étonnante imprimante traçante, indispensable pour les programmes de graphisme.

Coll. Poche informatique. N° 15. 128 p. Prix : 45 F port compris.

PASSEPORT POUR BASIC TO 7 ET TO 7-70
C. Galais

Très facile d'usage et très pratique, ce livre s'adresse aussi bien au débutant qu'au programmeur averti. Il constitue un excellent complément des manuels du TO 7 et du TO 7-70. Tous les mots clés — fonctions, instructions, commandes — sont répertoriés dans l'ordre alphabétique, accompagnés d'un programme et d'une explication détaillée.

Coll. Poche informatique. N° 16. 160 p. Prix : 49 F port compris.

A PARAITRE

JEU SUR COMMODORE 64
P. MANGIN — *Collection Poche informatique n° 17*

MICRO-INFORMATIQUE ET PME
S. ARQUIE — *Collection Micro-Systèmes N° 20*

60 SOLUTIONS POUR ORIC 1 et ATMOS
R. SCHULZ — *Collection Micro-Systèmes N° 21*

35 PROGRAMMES POUR ORIC 1 et ATMOS
D. Lasseran

Ces programmes bien structurés abordent des domaines variés : jeux, vie pratique, mathématiques, astronomie, utilitaires. Ils peuvent être utilisés tels quels ou servir, plus ou moins modifiés, de point de départ ou de sous-programmes à des ensembles plus importants.

Coll. Poche informatique N° 17. 128 p. Prix : 45 F port compris.

40 PROGRAMMES POUR CANON X-07
G. Probst

Jeux, mathématiques, vie pratique, graphismes.
Ces programmes ont pour ambition d'illustrer la richesse des possibilités du Canon X-07 et de familiariser au maniement des fonctions Basic. Conçus sous une forme modulaire, ils peuvent être facilement modifiés ou perfectionnés.

Coll. Poche informatique N° 18. 128 p. Prix : 45 F port compris.

Commande et règlement à l'ordre de la
Librairie Parisienne de la Radio
43, rue de Dunkerque
75480 Paris Cédex 10
Prix port compris
Joindre un chèque bancaire ou postal à la commande

Service lecteur : cercle 104

ARCHITECT

Le point sur les architectures multiprocesseurs

Jusqu'à présent, les systèmes à base de microprocesseurs étaient tous construits selon la même architecture : celle du processeur unique associé à de la mémoire vive et morte et à des circuits d'entrées/sorties. La baisse récente du prix de ces divers circuits et l'apparition sur le marché de cartes équipées de microprocesseurs 16 bits aux performances élevées ont conduit les concepteurs à revoir leur façon de penser et ils se tournent de plus en plus vers les systèmes multi-microprocesseurs. Nous allons essayer en quelques lignes d'y voir plus clair et de vous donner un maximum d'éléments de réflexion sur ce sujet.

Dans la structure classique évoquée précédemment, les limitations des possibilités apparaissent très vite; en effet, il suffit que l'un des périphériques du système soit lent pour ralentir le fonctionnement de l'ensemble, l'unique microprocesseur étant obligé d'attendre que ce dernier ait fini son travail pour passer à autre chose. Pour pallier cet inconvénient, on peut employer un logiciel dit multi-tâches, c'est-à-dire capable d'exécuter plusieurs opérations «simultanément». En fait cette simultanéité n'est qu'apparente et le processeur saute d'une tâche à une autre très rapidement grâce à des interruptions qui lui sont envoyées à cadence fixe.

Si, dans le cas d'un système n'ayant, par exemple, qu'un périphérique lent, un tel principe est intéressant, il devient vite limité lorsque le nombre de tâches à faire exécuter «simultanément» est important. Les solutions à utiliser pour remédier à cette limitation sont alors nombreuses et connues :

— Augmentation de la puissance et de la vitesse du processeur.

— Utilisation de fonctions d'entrées/sorties intelligentes.

— Amélioration de l'utilisation des bus en effectuant des transferts d'informations par blocs importants.

Si ces solutions sont assez faciles à mettre en œuvre sur papier, pratiquement, elles n'aboutissent pas toujours et, vu le développement actuel des cartes et des composants microprocesseurs, il est souvent préférable de faire appel à un système multi-microprocesseur. Cet appel est d'ailleurs fait par certains utilisateurs qui ne s'en rendent même pas compte car les circuits d'entrées/sorties «intelligents» que l'on commence à rencontrer sont parfois des microprocesseurs monochip (micro, RAM, ROM et entrées/sorties sur la même puce).

Les différentes architectures multi-microprocesseurs

Si mettre plusieurs microprocesseurs dans une même application n'est pas très compliqué, choisir une architecture qui leur permette de travailler efficacement mais aussi qui permette une mise au point facile n'est pas toujours évident. Deux architectures classiques existent déjà : ce sont le modèle vertical et le modèle horizontal schématisés figure 1.

Le système vertical est du type maître/esclave; les communications entre les divers éléments du système ne se font qu'à l'initiative du maître qui se charge également de la coordination des tâches.

Le système vertical, quant à lui, est plus souple puisque tous les éléments qui le composent sont équivalents et chaque élément peut communiquer directement avec les autres.

Le partage des ressources dans un tel système peut se faire de trois façons différentes. Dans les systèmes dits indépendants, les processeurs sont indépendants mais utilisent des périphériques communs au moyen de systèmes de commutation électroniques. Dans les systèmes dépendants, il n'y a pas que les périphériques qui sont mis en commun mais aussi les mémoires.

Une troisième solution, possible depuis peu grâce aux diverses cartes microprocesseur disponibles sur le marché et regroupant un grand nombre de fonctions, est la solution dite distribuée. Dans un tel système, chaque processeur dispose de ressources propres : mémoires et périphériques et la communication entre les divers sous-ensembles a lieu au moyen de données ou d'instructions.

Le système vertical présente plusieurs inconvénients dont :

— Son manque de flexibilité.

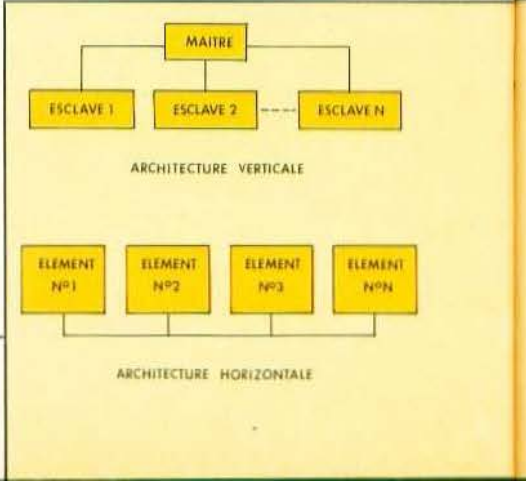
— Sa distribution des tâches fixes.

— Sa très grande dépendance vis-à-vis des pannes du maître.

En revanche son avantage majeur réside dans la simplicité des communications à établir entre les divers éléments.

Le système horizontal compense tous ces

Figure 1. Les deux architectures multiprocesseurs conventionnelles.



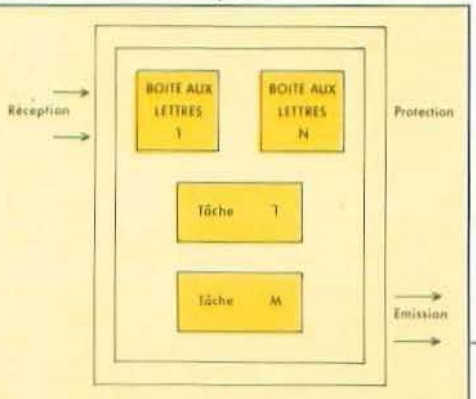
URE

défauts mais les communications entre sous-ensembles sont complexes et représentent une charge logicielle non négligeable.
Le système distribué concilie, quant à lui, l'inconciliable puisqu'aux avantages du système horizontal, il ajoute la simplicité des communications entre sous-ensembles qui, sans atteindre celle des systèmes verticaux, reste tout de même assez simple grâce à de nouveaux concepts que nous allons présenter maintenant.

SOMA et HAMA

L'obtention d'une relative indépendance entre le logiciel et le matériel sur lequel il sera implanté repose sur deux concepts : celui de SOMA ou SOftware MAchine (machine logicielle) et celui de HAMA ou HArdware MAchine (machine matérielle). Une SOMA comprend une ou plusieurs tâches séquentielles qui communiquent entre elles au moyen de boîtes à lettres («mail boxes» en américain). Il est ainsi très facile de faire dialoguer plusieurs SOMA puisqu'il suffit d'établir des communications entre tâches et boîtes à lettres comme schématisé figure 3.
Une telle façon d'opérer présente de nombreux avantages dont la simplicité de mise en œuvre, l'indépendance par rapport au matériel et la fiabilité sont les principaux. Une HAMA, quant à elle, se compose d'un ou plusieurs processeurs, d'un espace d'adressage commun et d'une ou plusieurs interfaces d'entrées/sorties ce qui est très classique.
L'utilistaion de ces deux concepts permet de désolidariser de façon importante le développement du logiciel et celui du matériel. Ainsi, si nous prenons un exemple consistant à piloter un bras robot et disposant de 5 fonctions (déplacements en x, y et z, rotation du bras et enregistrement des mouvements), chaque fonction va pouvoir être constituée d'une SOMA. Lorsque ces 5 SOMA seront écrites et mises au point, il ne restera plus qu'à les implanter sur la ou les HAMA choisies pour que l'application soit très rapidement opérationnelle.
Si les choix faits pour la HAMA ne conviennent pas (machine trop peu rapide par exemple) il sera très facile d'y remédier car il suffira alors d'ajouter une deuxième HAMA et de répartir les diverses SOMA sur les diverses HAMA sans avoir besoin de modifier le logiciel si ce n'est sur des points de détail.
Il ne suffit pas d'exposer ainsi de beaux concepts, encore faut-il qu'ils puissent être mis en œuvre facilement, c'est-à-dire que des outils de développement existent pour concrétiser tout cela. C'est chose faite depuis peu chez Philips avec son système DRM implanté pour l'instant sur VAX/VMS et ayant pour système «cible» les microprocesseurs 68000 et les cartes au standard VME (dont nous parlerons prochainement). En fin d'année il sera possible d'utiliser également le système de développement PMDS ou UNIX de ce même constructeur avec les mêmes éléments cibles.

Figure 2. Représentation d'une SOMA (document Philips).



Conclusion

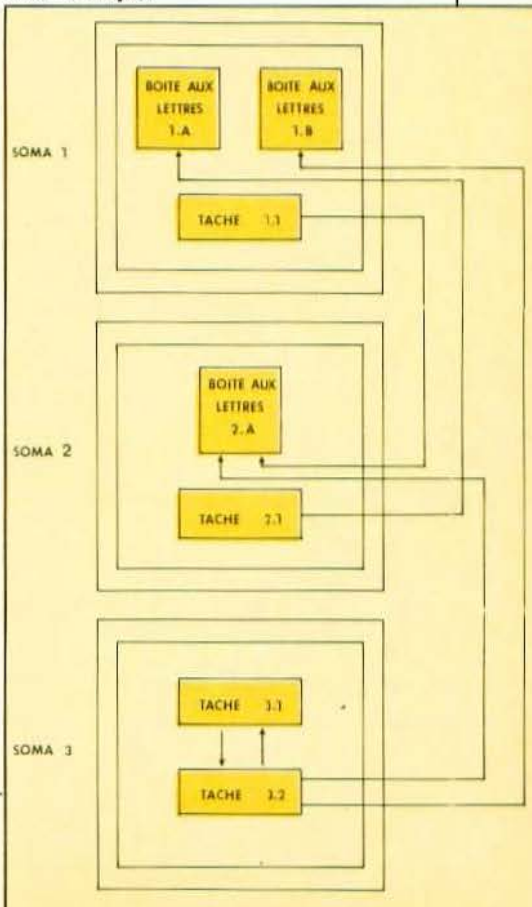
Nous n'irons pas plus loin dans l'exposé de ces diverses notions qui demandent évidemment un très long développement sortant du cadre de cet article; nous voulions par ces quelques lignes vous faire découvrir l'existence de ces concepts dont vous pourrez approfondir les princips dans un des articles cités en bibliographie. ■

C. Tavernier

Bibliographie

Ce texte a été rédigé à partir du document Philips «DRM System» publié par Philips Science et Industrie, 105 rue de Paris, 93002 Bobigny.
Références bibliographiques :
J.L.W. Kessels, «The SOMA : a programming construct for distributed programming», IEEE Trans. Software Eng., Volume SE — 7, pages 502 à 509, septembre 1981.
P.G. Jansen et J.L.W. Kessels, «The dimond : a component for the modular construction of switching networks», IEEE Trans. Comput., Volume C — 29, pages 884 à 889, octobre 1980.
E. Fathi et Moshe Krieger, «Multiple microprocessor systems : what, why and where», IEEE Trans. Comput., pages 23 à 32, mars 1983.

Figure 3. La communication entre SOMA se fait au moyen de boîtes à lettres (document Philips).



ROBOGRAPHIA

Gagnez un voyage à Tokyo ou à Los Angeles !

L'AFRI (Association Française de Robotique Industrielle) et *Micro et Robots*, organisent un concours d'affiches sur le thème de la robotique : «l'affiche qui sera retenue devra avoir pour objectif la promotion de la technologie de la robotique actuelle ou future et donner une image conviviale de la robotique». L'œuvre du vainqueur deviendra l'affiche officielle de l'AFRI et sera publiée, ainsi que les œuvres présélectionnées, dans le magazine *Micro et Robots*.

Renseignements pratiques

Le concours est ouvert du 5 décembre 1984 au 15 février 1985 (le cachet de la poste faisant foi). Pour des raisons de sécurité, les œuvres devront être expédiées, dûment emballées en envoi recommandé à l'adresse suivante : AFRI «concours Robographia», 61, av. du Président Wilson, 94230 Cachan. Tél. : (1) 547 69 33. Elles seront toutes, hormis celle du vainqueur, retournées de la même manière. Le format des affiches devra être impérativement de 50×60 cm. A cet envoi devra être joint un courrier rappelant vos nom, prénom, adresse, âge ainsi que la mention manuscrite suivante : «J'autorise, en cas de présélection, le magazine *Micro et Robots* à publier librement mon œuvre dans ses colonnes. Si celle-ci est vainqueur, l'AFRI pourra alors l'éditer librement et l'utiliser comme telle dans le cadre de ses activités». Attention, cette mention est obligatoire : en cas d'absence, elle entraîne l'élimination du candidat. Le vainqueur gagnera, selon son choix, un voyage aller/retour à Tokyo ou à Los Angeles ainsi que 5 nuits d'hôtel. Le règlement du concours, déposé chez Maître Pacalon, huissier à Paris, peut être obtenu à l'adresse suivante : *Micro et Robots*, 2 à 12, rue de Bellevue 75019 Paris.

CONCOURS GRATUIT

Ouvert à toute personne résidant en France métropolitaine.

LA PROGRAMMATION

LE FORTH (IV)

Avant de continuer à enrichir notre vocabulaire Forth, nous allons vous donner la solution du problème sur lequel nous nous étions quittés dans notre précédent numéro. Rappelons qu'il vous fallait écrire un mot, appelé MOIS, qui devait donner, en clair, le nom d'un mois de l'année lorsque l'on frappait N MOIS où N était compris entre 1 et 12.

La solution

Compte tenu de nos connaissances actuelles, elle fait appel aux mots IF THEN ELSE présentés le mois dernier selon le «listing» de la figure 1. Le fonctionnement de ce mot est facile à comprendre. Lorsqu'il est appelé, le nombre correspondant au mois à trouver est placé au sommet de la pile ; il est alors dupliqué grâce au mot DUP et comparé successivement aux douze nombres de 1 à 12 jusqu'à trouver une égalité. La duplication est rendue nécessaire car le IF vide la pile du nombre qu'elle contient pour réaliser la comparaison. L'affichage du nom du mois fait appel au mot CR (retour chariot, vu le mois dernier) et au mot point guillemet qui permet d'afficher une chaîne de caractères. En cas d'échec de toutes les comparaisons, un message indique que le nombre doit être compris entre 1 et 12.

```
: MOIS DUP 1 = IF CR ." JANVIER" CR ELSE
       DUP 2 = IF CR ." FEVRIER" CR ELSE
       DUP 3 = IF CR ." MARS"    CR ELSE
       DUP 4 = IF CR ." AVRIL"   CR ELSE
       DUP 5 = IF CR ." MAI"     CR ELSE
       DUP 6 = IF CR ." JUIN"    CR ELSE
       DUP 7 = IF CR ." JUILLET" CR ELSE
       DUP 8 = IF CR ." AOUT"    CR ELSE
       DUP 9 = IF CR ." SEPTEMBRE" CR ELSE
       DUP 10 = IF CR ." OCTOBRE"  CR ELSE
       DUP 11 = IF CR ." NOVEMBRE" CR ELSE
       DUP 12 = IF CR ." DECEMBRE" CR ELSE
                   CR ." NOMBRE NON COMPRIS
                      ENTRE 1 ET 12" CR
   THEN THEN THEN THEN THEN THEN THEN
   THEN THEN THEN THEN THEN DROP ;
```

Figure 1.

PILE		MEMOIRE	
1825	1826	2A	
2 AF 7	1825	F7	

Figure 2. Principe du mot !

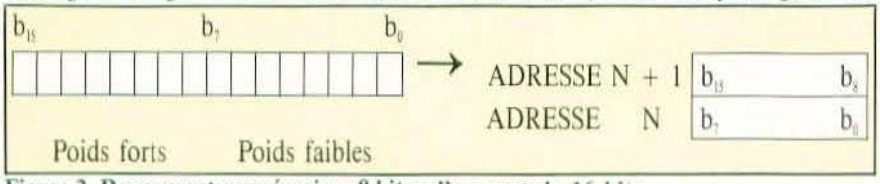


Figure 3. Rangement en mémoire «8 bits» d'un mot de 16 bits.

La succession de THEN qui peut sembler étrange, à priori, est tout à fait normale puisqu'à chaque IF doit être associé un THEN. Enfin, le DROP final permet de vider la pile en fin d'exécution du mot ; sans sa présence, il resterait en effet sur celle-ci le nombre frappé initialement du fait des DUP contenus dans le mot MOIS. Nous allons maintenant étudier les possibilités offertes par le Forth pour manipuler directement le contenu de la mémoire du système sur lequel il tourne. Comme vous allez pouvoir le constater, Forth n'a rien à envier au Basic sur ce plan, bien au contraire.

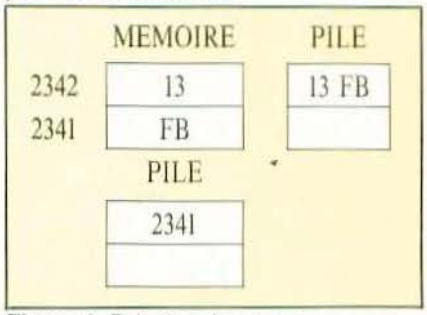


Figure 4. Principe du mot @.

Manipulation de données en mémoire

Pour les accès à la mémoire, le langage Forth se comporte presque comme un moniteur et est très proche du langage machine. Cela lui permet d'être utilisé avec beaucoup de facilités dans les automatismes ou les systèmes robotiques dans lesquels il est très souvent nécessaire d'aller manipuler des bits dans des registres de circuits périphériques, par exemple.
Le premier mot présenté se note ! et s'appelle «store», qui signifie stocker. Comme indiqué figure 2, il considère le contenu du sommet de la pile comme une adresse

et va y placer la donnée constituée par le second mot de la pile. Ces deux informations, adresse et donnée, sont des mots de 16 bits. Sur un micro-ordinateur 8 bits, c'est à dire travaillant avec des données codées sur 8 bits, le mot de 16 bits est rangé à l'adresse trouvée en haut de la pile pour les 8 bits de poids faibles et à l'adresse suivante pour les 8 bits de poids forts. La figure 3 est là pour ôter vos doutes à ce propos.

Si l'on peut ranger une donnée en mémoire, il est évidemment possible d'aller lire dans cette même mémoire ; c'est le rôle du mot @ qui s'appelle «fetch», ce qui signifie aller prendre. Comme indiqué en figure 4, ce mot va lire le contenu de la mémoire dont l'adresse est le premier mot de la pile et vient remplacer celui-ci par la donnée lue. Ici encore, les informations manipulées sont des mots de 16 bits et les remarques faites précédemment pour les microprocesseurs 8 bits restent valables.

La combinaison des mots HEX et DECIMAL avec ! et @ permettent toutes les fantaisies et il est ainsi possible d'adresser très facilement la mémoire en décimal ou en hexadécimal sans devoir faire soi-même les conversions comme c'est malheureusement trop souvent le cas en Basic (encore que certains Basic sachent manipuler l'hexadécimal).

La manipulation des mots de 8 bits étant quasiment indispensable sur les micro-ordinateurs, des mots Forth ont été prévus pour cela à l'image de «store» et «fetch» ; C ! (prononcez C store), comme l'indique la figure 5, va placer à l'adresse trouvée au sommet de la pile les 8 bits de poids faible du deuxième mot contenu sur la pile ; C @ (prononcez C fetch) va lire la mémoire dont l'adresse est contenue au sommet de la pile et remplace celle-ci par les 8 bits trouvés à cette adresse.

La figure 6 vous propose quelques exemples mettant en évidence les fonctions de ces 4 mots et les notions de poids forts et poids faibles avec leurs localisations en mémoire.

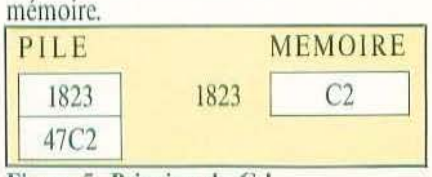


Figure 5. Principe de C !

Des possibilités plus étendues

Jusqu'à présent nous n'avons vu que les équivalents de PEEK et POKE des Basic classiques et de DPEEK et DPOKE qui existent sur les plus performants d'entre eux ; ce n'est qu'un début car le Forth à plus d'un tour dans son vocabulaire !

Le mot ERASE, qui en américain signifie effacer, permet de mettre à O toute une zone mémoire repérée par une adresse de début et un nombre d'octets. ERASE utilise donc le sommet de la pile et le deuxième étage de celle-ci comme on le voit sur la figure 7. Le sommet contient le nombre d'octets à initialiser tandis que le deuxième mot contenu sur la pile est l'adresse de début.

Lorsque l'on veut faire de la manipulation de textes ou si, par exemple, Forth est utilisé dans un système informatique disposant d'une mémoire «vidéo» (c'est à dire d'une mémoire dont le contenu peut-être affiché sur un écran), il est parfois utile de pouvoir initialiser celle-ci avec les caractères «blancs» ou des espaces. Le mot ERASE ne convient pas car le code ASCII de l'espace est 20 (exprimé en hexadécimal) et non 00 ; pour ce faire, un autre mot existe : BLANK.

BLANK (ce qui signifie effacer mais dans le sens de rendre invisible alors qu'ERASE signifie effacer dans le sens effacer avec une gomme) permet de mettre à 20 (hexadécimal) toute une zone mémoire. Il fonctionne exactement comme ERASE et nous n'avons donc pas fait de figure de démonstration.

Figure 6.

```
HEX OK
30FF 200 ! OK
200 @ CR .
30FF OK
DECIMAL
16000 HEX 200 ! OK
200 @ DECIMAL CR .
16000 OK
HEX OK
41 200 C! OK
F4 201 C! OK
200 C@ 201 C@ CR . .
F4 41 OK
12 201 C! OK
200 @ CR .
1241 OK
```

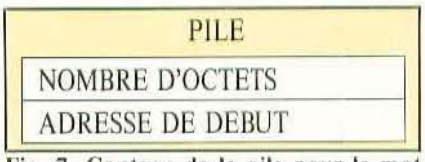


Fig. 7. Contenu de la pile pour le mot ERASE.

Les possibilités de manipulation mémoire de Forth ne s'arrêtent pas là puisqu'il est également possible d'initialiser une zone de mémoire quelconque avec la donnée de votre choix. Pour cela, il faut utiliser FILL qui, en américain, signifie remplir.

FILL fonctionne comme indiqué figure 8. Il prend la donnée se trouvant au sommet de la pile et la place dans la mémoire dont l'adresse se trouve en troisième position sur la pile et pour un nombre d'octets se trouvant en deuxième position sur la pile (ouf !).

Tout ceci est bien intéressant, direz-vous, mais la visualisation des mémoires ainsi «maltraitées» n'est pas très pratique au moyen des seuls mots «fetch» et «C fetch» dont nous disposons. Qu'à cela ne tienne, il vous suffit d'utiliser DUMP. Comme le montre la figure 9, DUMP affiche sur le terminal du système le contenu de la zone mémoire dont l'adresse de début est en deuxième position sur la pile et dont le nombre d'octets est contenu au sommet de la pile.

Comme pour les mots «simples» présentés dans le paragraphe précédent, tous ces mots combinés avec DECIMAL et HEX permettent des affichages ou des initialisations en utilisant la base de votre choix, ce qui est très agréable. Le dernier mot «évolué» permettant de manipuler la mémoire est CMOVE. Il autorise le déplacement des données contenues dans une zone mémoire dans n'importe quelle autre zone de celle-ci et travaille selon le principe exposé figure 10. Attention, CMOVE fonctionne de gauche à droite, vous risquez d'avoir des surprises si la zone destinataire recouvre partiellement la zone source.

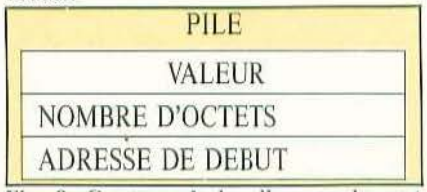


Fig. 8. Contenu de la pile pour le mot FILL.

PILE
NOMBRE D'OCTETS
ADRESSE DE DEBUT

Fig. 9. Contenu de la pile pour le mot DUMP.

Muni de ces mots, un interpréteur Forth est presque aussi efficace qu'un moniteur prévu pour travailler en langage machine. Cette efficacité cache cependant un danger et il faut manipuler tous ces mots avec précaution, uniquement si vous connaissez bien la cartographie mémoire (le memory map si vous préférez) de votre système ; il est en effet très facile, dans le cas contraire, d'aller toucher à des zones réservées aux variables propres à l'interpréteur, ce qui a les conséquences que vous imaginez... Prudence donc, comme chaque fois que l'on manipule directement la mémoire avec un langage évolué. Si vous voulez faire des essais de ce type, faites les lorsque votre système vient juste d'être mis en marche et que vous n'avez pas encore défini de nouveaux mots ; dans le cas contraire, vous risquez fort de perdre ceux-ci.

Les boucles

Tout comme le Basic, le Forth dispose de moyens permettant de réaliser des boucles : ce sont les mots DO et LOOP. DO signifie «faire» en américain tandis que LOOP signifie «boucle». Ces deux mots permettent de répéter n'importe quel bloc de mots Forth autant de fois que nécessaire. Ils s'utilisent de la façon suivante :

: DO Bloc de mots Forth LOOP ;

Du fait de la notation employée ci-dessus, vous comprendrez que les mots DO et LOOP ne peuvent être utilisés autrement que dans une définition de mots ; ils ne fonctionnent pas en mode direct.

Le principe de fonctionnement est très simple ; une boucle DO LOOP contient un index qui évolue d'une valeur de départ à une valeur finale. Tant que cette valeur finale n'est pas atteinte, le bloc de mots Forth contenu entre DO et LOOP est exécuté. Les valeurs extrêmes de cet index sont évidemment lues sur la pile : le premier mot de celle-ci est la valeur de départ de l'index et le deuxième mot, la valeur finale augmentée de 1. De ce fait, si la valeur initiale est nulle, le second mot de la pile est en fait le nombre de tours de boucle qui seront effectués.

Cet index est accessible au moyen du mot I qui place la valeur courante de l'index au sommet de la pile. Un petit exemple va clarifier un peu tout cela avec la définition du mot SERIE qui fait afficher tous les chiffres compris entre 0 et 24 (c'est parfaitement inutile mais très suffisant pour comprendre comment fonctionne DO LOOP).

```
: SERIE
CR 25 0 DO I . LOOP ;
```

Ce mot utilise une boucle DO réduite à sa plus simple expression puisque les seuls mots exécutés dans la boucle sont I et.. I place la valeur courante de l'index de boucle au sommet de la pile et . fait afficher ce même sommet et, donc, la valeur courante de l'index. Du fait du 25 0 qui précède le DO, l'index évolue de 0 à 24 (puisque c'est la valeur maximum augmentée de 1 que l'on doit placer sur la pile) et le mot SERIE fait donc afficher les nombres de 0 à 24 inclus.

Il est facile de modifier ce mot pour lui faire utiliser des valeurs de départ et d'arrivée non figées avec le mot PSERIE que voici :

```
: PSERIE DO I . LOOP ;
```

Il fonctionne exactement comme SERIE mais doit être appelé alors que les deux valeurs nécessaires au DO sont déjà sur la pile ; ainsi : 25 0 PSERIE aura le même comportement que SERIE puisque l'on aura ainsi placé 25 et 0 sur la pile et qu'ils pourront être utilisés par le DO de PSERIE. Voici un exemple simple d'utilisation de boucle DO LOOP pour réaliser une boucle d'attente :

```
: ATTENTE 0 DO 5 0 DO LOOP LOOP
CR . «TERMINE» CR ;
```

Ce mot s'utilise de la façon suivante : N ATTENTE où N est lié à la durée que vous souhaitez donner au délai ainsi créé. Le mot ATTENTE comporte deux boucles imbriquées ; une boucle interne qui évolue entre 0 et 4 et une boucle externe qui évolue entre 0 et N−1. Lorsque les deux boucles ont terminé leurs évolutions, le message TERMINE est affiché. Sur le micro-ordinateur Forth de nos numéros d'octobre et novembre, le mot précédent génère un délai d'une milliseconde par unité de N. Sur d'autres systèmes, ce temps peut-être différent puisqu'il est directement lié à la rapidité de l'interpréteur Forth utilisé et aussi à la fréquence d'horloge du microprocesseur.

PILE
NOMBRE D'OCTETS
ADRESSE DE DEBUT DESTINATION
ADRESSE DE DEBUT ZONE A TRANSFERER

Fig. 10. Contenu de la pile pour le mot CMOVE.

Des boucles à pas variable

Les boucles vues jusqu'à présent ont un pas fixe, l'index augmentant de 1 à chaque tour de boucle. Il est possible de faire mieux avec les boucles DO + LOOP qui s'utilisent de la façon suivante :

: DO bloc de mots Forth N + LOOP ;

Le pas d'incrémentation de l'index de boucle est alors N. Essayez, pour vous en convaincre, ce mot qui génère une suite de nombres impairs.

```
: IMPAIR
1 CR DO I . 2 + LOOP ;
```

Il doit être appelé de la façon suivante N IMPAIR et générera la suite des nombres impairs de 1 à N−1. En effet, la valeur de départ de la boucle qu'il contient est fixée à 1 et le pas d'incrémentation de la boucle est de 2 ; l'index, visualisé grâce au I . suit donc les nombres impairs à partir de 1.

Ce mot + LOOP n'est pas limité à cette utilisation simple et le pas précisé avant le + LOOP peut être calculé et modifié dynamiquement dans la boucle elle-même, ce qui permet nombre de fantaisies...

Pour terminer, nous vous proposons un petit exercice très simple. En utilisant les connaissances acquises jusqu'à maintenant et le mot MOIS défini en début d'article (mais ce n'est pas obligatoire) écrivez un mot Forth qui affiche automatiquement la liste des mois de l'année et de leurs numéros d'ordre ; c'est facile, n'est-ce pas ?

C. Tavernier

S'ABONNER?

POURQUOI?

Parce que s'abonner à «MICRO ET ROBOTS»

C'est
- plus simple,
- plus pratique,
- plus économique.

C'est plus simple
- un seul geste, en une seule fois,
- remplir soigneusement cette page pour vous assurer du service régulier de «MICRO ET ROBOTS».

C'est plus pratique
- chez vous!

dès sa parution, c'est la certitude de lire régulièrement notre revue
- sans risque de l'oublier, ou de s'y prendre trop tard,
- sans avoir besoin de se déplacer.

COMMENT?

En détachant cette page, après l'avoir remplie,
- en la retournant à :

MICRO ET ROBOTS
2 à 12, rue de Bellevue
75940 PARIS Cédex 19
- ou en la remettant à votre marchand de journaux habituel.

Mettre une ✗ dans les cases ☒ ci-dessous et ci-contre correspondantes:

☐ Je m'abonne pour la première fois à partir du n° paraissant au mois de .....

☐ Je renouvelle mon abonnement et je joins ma dernière étiquette d'envoi.

Je joins à cette demande la somme de ..... Frs par:
- ☐ chèque postal, sans n° de CCP
- ☐ chèque bancaire,
- ☐ mandat-lettre

à l'ordre de : MICRO ET ROBOTS.

ATTENTION! Pour les changements d'adresse, joignez la dernière étiquette d'envoi, ou à défaut, l'ancienne adresse accompagnée de la somme de 2,00 F. en timbres-poste, et des références complètes de votre nouvelle adresse Pour tous renseignements ou réclamations concernant votre abonnement, joindre la dernière étiquette d'envoi.

COMBIEN?

MICRO ET ROBOTS (11 numéros)
1 an ☐ 150,00 F - France
1 an ☐ 195,00 F - Etranger.

(Tarifs des abonnements France: TVA récupérable 4%, frais de port inclus. Tarifs des abonnements Etranger: exonérés de taxe, frais de port inclus).

Ecrire en MAJUSCULES, n'inscrire qu'une lettre par case. Laisser une case entre deux mots. Merci.

Nom, Prénom (attention: prière d'indiquer en premier lieu le nom suivi du prénom)

Complément d'adresse (Résidence, Chez M..., Bâtiment, Escalier, etc...)

N° et Rue ou Lieu-Dit

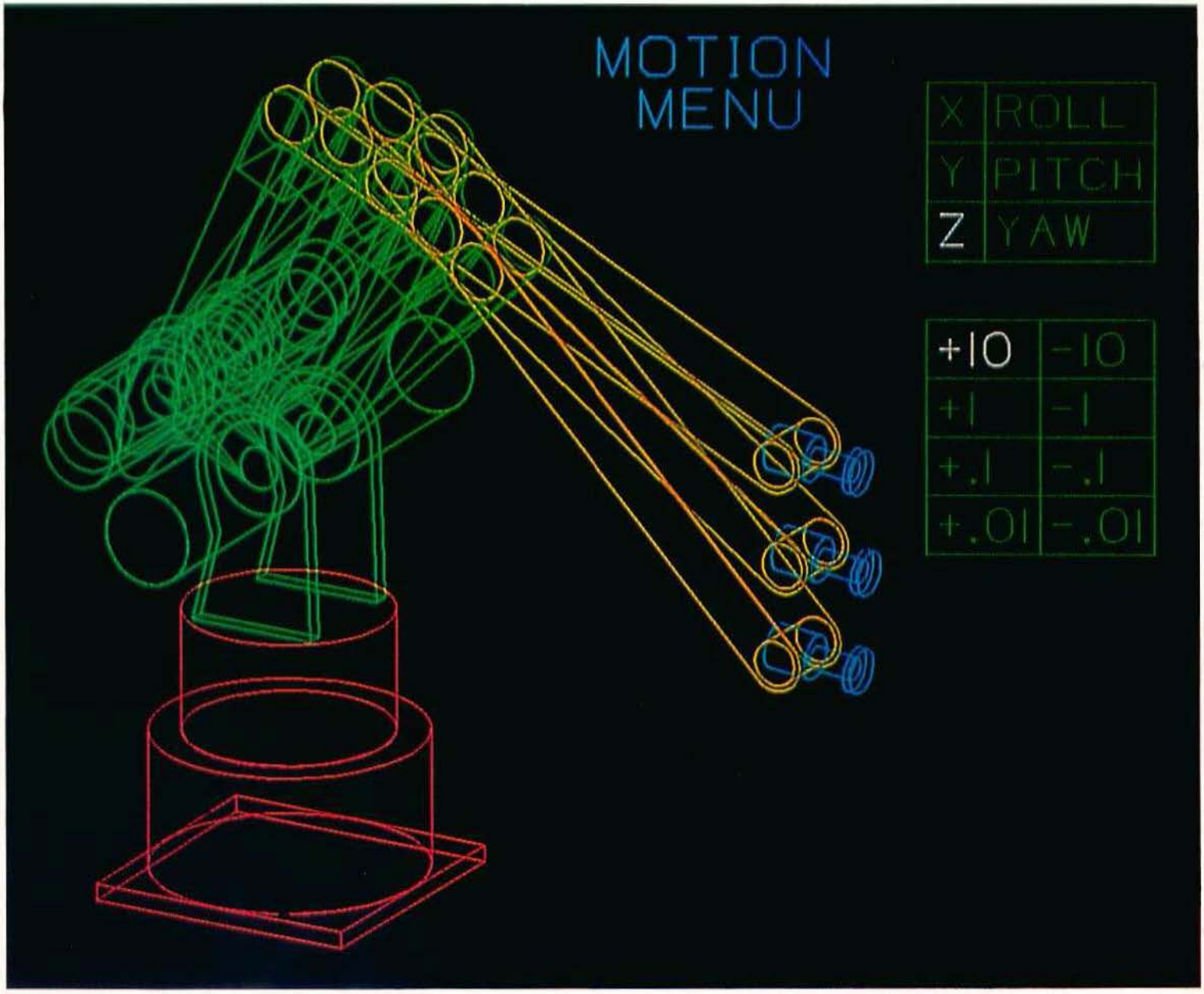
Code Postal

Ville

Micro et Robots

LA SIMULATION

ROBOTS SYSTEMES



Dossier

LA TECHNOLOGIE DES SENSEURS DE PROXIMITE ET DE CONTACT

Recherche

ROBOTIQUE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU LIMSI D'ORSAY

LA PAGE DE L'AFRI

Lieu de réflexion et d'échanges sur la robotique, l'AFRI l'est, en particulier, avec ses différentes commisions : recherche, utilisateurs, assemblage... et depuis peu, robotique non manufacturière, robotique grand public, régions et PMI. Régulièrement, dans ces colonnes, offertes par *Micro et Robots*, nous publierons une synthèse de leur travaux.

Des capteurs (extéroceptifs) pour l'assemblage robotisé

Trois expériences concrètes, illustrées de documents vidéo, ont été présentées, lors de la réunion de la commission Assemblage AFRI/AFCET du 22 novembre dernier.

☐ **L'assemblage adaptatif par prise de référence** (par M. François)

Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec la RNUR par l'équipe robotique de l'IUT de Cachan dirigée par F. Artigue. Les premières recherches ont porté sur le montage automatique d'un triangle de suspension automobile entre les chapes d'un berceau support, et la mise en place des deux vis-axes correspondantes. La méthode développée a pour but de compenser les écarts de position, par rapport à la tâche nominale correspondant au programme enregistré.

Des travaux récents ont permis de remplacer le capteur précédemment utilisé, de conception spécifique, par un système plus universel. Ce dernier comporte un élément de mesure (potentiométrique) d'usage général, combiné avec un élément mécanique de palpage, seul spécifique de la tâche à réaliser.

☐ **Dégauchissage et suivi de surface** (par MP. Redarce)

Ces travaux ont été menés par le laboratoire d'automatique industrielle de l'INSA de Lyon, sous la direction du Pr. A Jutard. Le dispositif proposé, pour réaliser l'auto-adaptation locale d'un robot aux carctéristiques réelles d'une tâche d'assemblage, a encore comme objectif de «recaler» le robot par rapport à un objet extérieur, dans le cas de petits écarts de position. Le procédé développé diffère du précédent, sur deux points : utilisation de capteurs proximétriques (sans contact) et possibilité d'exploitation des mesures, pendant l'exécution de la tâche et non avant celle-ci (rétroaction, et non anticipation).

☐ **Alimentation de robots d'assemblage et contrôle par caméra matricielle** (par Mlle Jacqmart)

En collaboration avec Sormel, l'équipe Assemblage du laboratoire d'automatique de Besançon, sous la direction de F. Lhote, a développé une méthode d'alimentation qui associe : un bol vibrant, un système de convoyage en forme de Vé, une butée escamotable, et un système de détermination de la position d'équilibre réelle de la pièce en butée (parmi n positions possibles).

Ce dernier système, qui se substitue aux sélecteurs mécaniques (spécifiques et délicats à mettre au point), est programmable par apprentissage, sans connaissances particulières de la part du personnel. Il met en œuvre une caméra matricielle à faible définition et un algorithme original, procédant en quelque sorte par soustraction de l'image obtenue aux n images-modèles mémorisées. Cela permet de contrôler, non seulement l'orientation des pièces, mais aussi leur conformité (éjection des pièces mauvaises).

(Compte-rendu intégral, disponible à l'AFRI. Prochaine réunion, le 31 janvier, à l'ENSAM, sur la conception des produits en vue de l'assemblage automatisé).

- 17 janvier 1985 : Espionnage et contre-espionnage industriel (Commission Fournisseurs, à la CCIP).
- 24 janvier 1985 : un exemple d'application de la méthode GRAI (Commission recherche (AFRI/AFCET, à l'AFCET).
- 31 janvier 1985 : conception des produits en vue de l'assemblage automatisé (Commission assemblage AFRI/AFCET, à l'ENSAM, Paris)
- 31 janvier et 1er février 1985 : robotique et CFAO (Séminaire AFRI/Micado, à La Grande Motte).
- 19 au 21 mars 1985 : Les machines automatisées et la sécurité (Séminaire AFRI/APCCI/CFDE, Paris).
- 20 mars 1985 : Ingénierie robotique (Séminaire, au CESTA, Paris).
- 27 mars 1985 ; Commission Recherche (AFCET)
- 24 au 26 avril 1985 : vers la robotique de 3e génération (Journées AFRI/CCIG/IEG/SEE, à Grenoble - appel aux communications).
- Juin 1985 : robotique grand public (journée AFRI/Micro & Robots/Cesta, Paris).

Robotique grand public : un créneau à ne pas manquer !

Les robots sortent des usines... Après avoir créé une commission consacrée à la robotique non manufacturière (agriculture et forêts, chantiers, santé communication, armée, services publics...), l'AFRI lance une commission Robotique Grand Public dont les principaux objectifs sont de :

— contribuer au développement des robots pédagogiques, ludiques et domestiques, dans une perspective d'intégration de la vision et de la reconnaissance de la parole ;

— promouvoir la robotique dans le grand public, par différentes actions de sensibilisation, par exemple la création à l'AFRI d'un centre de démonstration et d'expérimentation.

— réaliser une étude de marché, pour aider les industriels de la robotique à se lancer sur ce nouveau créneau... avant que les Japonais ne l'envahissent !

SII

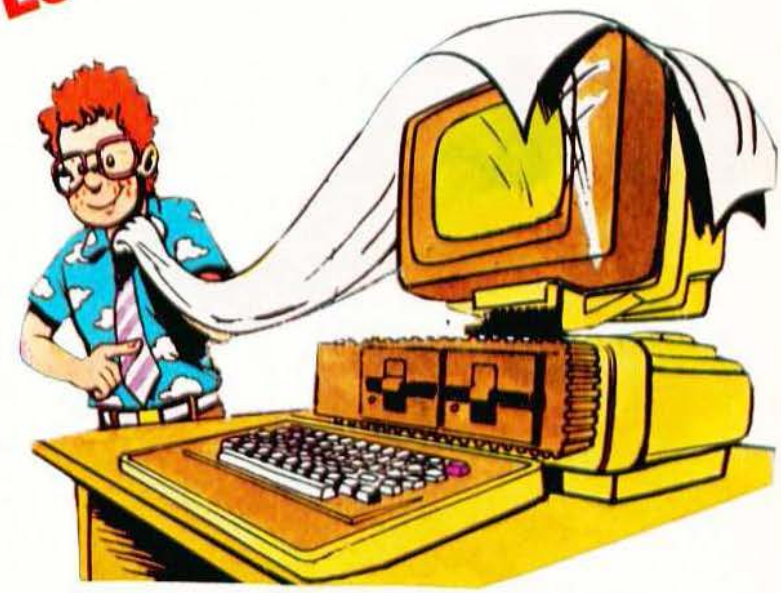
Le Programme BOUTIK

SII BOUTIK

— Des systèmes destinés à seconder le commerçant depuis la caisse enregistreuse jusqu'aux statistiques inventaires et comptabilité.

— La dynamisation de votre politique de vente, l'optimisation de vos résultats.

— **S.I.I. BOUTIK** : une compétence à votre service.



65-67, Bd Gambetta - 06000 - NICE - Tél. : (93) 96.25.96

Service lecteur : cerclez 257

„Je vais à Hanovre car je tiens à savoir comment accroître la rentabilité de mon entreprise en matière d'études et de fabrication."

Pour de plus amples informations, veuillez vous adresser à :
Cie Commerciale Continentale S.A.
Représentation officielle de la
Deutsche Messe- und Ausstellungs-AG
16, rue Vézelay, 75008 Paris
Tél. : 563.68.81
Télex : 660808 hanovre

Allez, vous aussi, à la Foire de Hanovre ! C'est le lieu de prédilection de tous les entrepreneurs et directeurs techniques désireux de connaître la gamme intégrale des composants et systèmes modernes, aussi bien pour les moteurs à combustion internes, les mécanismes de transmission, les secteurs oléohydraulique et pneumatique et les techniques d'air comprimé que pour le montage, la manipulation et la robotique industrielle.
Vous trouverez sur place des interlocuteurs de haut niveau avec lesquels vous pourrez discuter des nouveautés susceptibles de faciliter l'étude et le développement des machines et installations les plus diverses. Vous découvrirez également les produits et procédés novateurs qui vous permettront d'améliorer la qualité et la rentabilité de vos travaux. N'hésitez donc pas à tirer parti de cette présentation exceptionnelle.
Hanovre, c'est une précieuse source d'information sur les produits et développements nouveaux survenus dans les domaines de la construction mécanique et de l'électrotechnique.

Salon ASB
Entraîner · Commander · Manœuvrer
...à la Foire de Hanovre

Mercredi 17 – Mercredi 24 avril
Hannover Messe '85

LE SYSTEME LASARRAY

Des puces à la carte ? C'est possible, mais onéreux. Jusqu'à aujourd'hui, c'était même souvent hors de prix pour des contingents inférieurs à 100 000 CI. Mais dernièrement, la Société Suisse pour l'Encouragement de la Microélectronique (SSEM) regroupant une dizaine d'entreprises spécialisées dans ce domaine, relevait le défi en présentant un nouveau système «clé en mains», baptisé Lasarray.

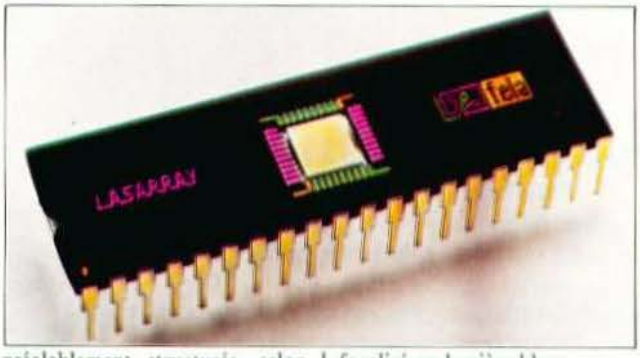
Ainsi, pour autant qu'elles aient les reins solides — 5 millions de francs suisses d'investissement — les petites et moyennes entreprises pourront fabriquer leurs propres puces, dès 1985, de manière rapide et à des prix défiant toute concurrence, selon les responsables du projet.

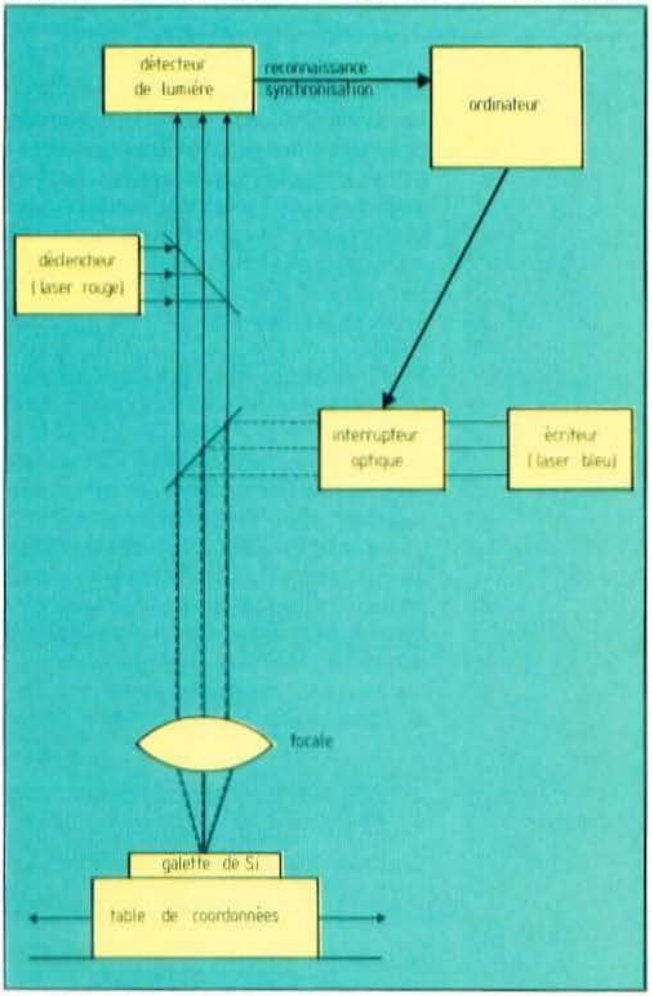
Le concept Lasarray développé par l'un des partenaires, la société FXL SA, rappelle, dans ses grandes lignes, celui inventé par RCA il y a quelque temps déjà. Comme ce dernier, le procédé Lasarray se passe des classiques masques au chrome sur verre, réduisant d'autant la durée de fabrication des puces.

Toute la nouveauté réside dans l'utilisation de wafers (galettes) préalablement structurés, selon une technique «Gate-Array» spéciale. Comme il se doit, la couche métallisée est préalablement enduite d'un vernis photosensible positif, appelé photoresist dans le jargon des professionnels, qui est ensuite durci par cuisson. L'opération suivante consiste à sensibiliser les pistes du circuit, avant de pouvoir relier entre elles les différentes portes logiques de la puce, par un procédé chimique.

Pour cette opération, le système Lasarray fait appel, comme son nom le suggère, à un rayon laser focalisé en lumière bleue.

Pour insoler les pistes des circuits des puces, la galette de silicium est fixée préalablement sur une table XY, se déplaçant sous le rayon piloté par ordinateur. La précision du «bal» est très grande : en effet, le rayon laser doit tracer des lignes de 2μm de large, éloignées les unes des autres de 5μm seulement, le tout dans une tolérance de $\pm$ 1μm. Pour une puce de 5×5 mm^2 de surface, cela ne représente pas moins de 500 000 points à relier entre eux au moyen du laser. A titre d'exemple, pour insoler une





Le schéma du système Lasarray.

LE COEUR DU SYSTEME

Pour se passer des masques habituels, le système Lasarray insole directement la surface des puces plus précisément la couche d'aluminium conductrice. Le cœur du système est représenté par le générateur de «patterns» du laser.

Une machine extraordinairement précise qui permet, grâce à son laser, de rentabiliser la construction de petites quantités de puces.

La galette de silicium de 4" de diamètre est maintenue par dépression sur une table tournante, entraînée par un moteur électrique. Cette superstructure est installée sur une table de coordonnées X-Y : un entraînement linéaire rapide pour l'axe des X et des moteurs pas à pas pour l'axe des Y, avec un incrément de 1μm seulement...

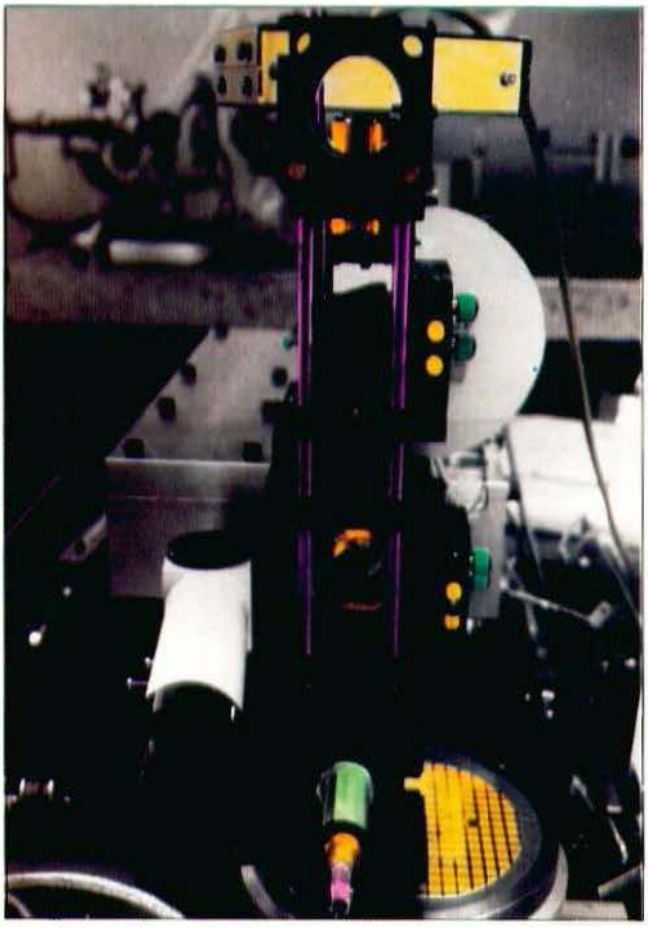
En outre, un système optique permet de «caler» la galette de silicium sur son support. Le laser (hélium-cadmium), d'une puissance de 1,6 mW, prend place à l'arrière plan de la machine, alors que le rayon est commandé par un modulateur (voir schéma ci-contre).

Enfin, un système optique complexe, relié à un miroir orientable piezzo-électrique, dirige le rayon de 0,635μm sur l'endroit recherché de la galette de silicium. Il faut 2 heures pour fabriquer un CI de type XL 200, soit l'équivalent d'une distance parcourue de 1,2 km...

ELECTRONIQUE

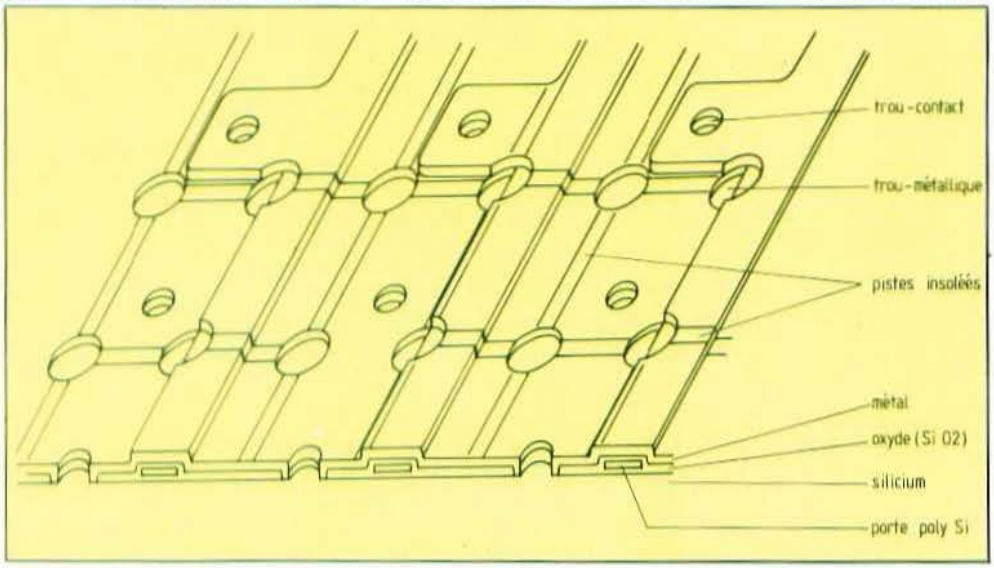
CONCEPTION ASSISTEE

La fabrication des puces Lasarray est entièrement automatisée et pilotée par ordinateur. Le développement est mené conjointement avec un programme spécial compilé, s'apparentant au langage Pascal. L'un des modules du logiciel comprend les bases de la construction des CI, toutes les fonctions logiques standard (portes logiques) disponibles sur le marché et une importante bibliothèque de composants électroniques.
Un autre module du logiciel effectue les vérifications d'usage des branchements et des simulations logiques et temporelles. L'informatique gère aussi le degré d'intégration des portes et les tests d'analyse des entrées/sorties lorsqu'elles sont en charge. Ce logiciel sophistiqué a permis de réduire sensiblement les coûts de développement et de design.



galette de silicium de 10 cm de diamètre, comprenant quelque 300 puces, la machine mettra environ deux heures. Pour effectuer ce travail, le rayon devra se déplacer à la vitesse relative de 30 cm/s, insolations et interruptions de faisceaux inclus. Un interrupteur optique assure l'enclenchement et le déclenchement du laser, permettant d'effectuer jusqu'à 20 000 liaisons par seconde.
Le positionnement du rayon, ainsi que la synchronisation du programme d'insolation, utilise un second rayon laser, de couleur rouge cette fois-ci, pour ne pas influer sur la couche photosensible. La couche de métal superficielle de la puce, les surfaces oxydées ainsi que les liaisons des portes logiques réfléchissent la lumière d'une manière qui est propre à chacune d'entre elles. Cette propriété est exploitée électroniquement, pour ajuster avec toute la précision voulue le rayon bleu.
Le système Lasarray sera mis en vente au cours de cette année. Selon les responsables, près d'une centaine d'entreprises seraient d'ores et déjà intéressées par le système. Mais la SSEM n'entend pas en rester là et recherche activement d'autres entreprises qui pourraient mettre leur savoir-faire et leurs moyens financiers à disposition de la société, qui a déjà dépensé 7,2 millions des 12,5 millions de francs suisses dont elle disposait pour démarrer.
Un autre avantage du concept Lasarray réside dans sa compacité. En effet, toute l'installation peut tenir dans un volume de 10 m de long, 7 m de large et 2,8 m de haut. Transportable, l'installation peut devenir opérationnelle dans un délai de 2 à 3 semaines. Toujours selon la société, Lasarray permettrait de fabriquer des puces personnalisées pour moins de 100 F, ce qui était encore récemment difficilement réalisable. ■

A. Graber



Les wafers sont structurés selon une technique développée par FXL.

Service lecteur : cerclez 201

LE LIMSI

Robotique, reconnaissance et synthèse vocale, CAO, mécanique : telles sont les activités de pointe du LIMSI

Le Centre d'Orsay (Essonne) associant la faculté de Paris XI et de nombreux laboratoires du CNRS est mondialement connu pour ses apports dans des domaines de pointe à la communauté internationale.

Nous avons eu l'occasion de visiter l'un des Laboratoires de ce centre : le LIMSI ou laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur a une vocation «pointue» dans des domaines critiques comme la robotique, la reconnaissance et la synthèse vocale, la CAO et la mécanique. Créé en 1945 par le doyen Joseph Peres, ce laboratoire s'est d'abord appelé laboratoire de Calcul Expérimental Analogique de l'Institut Blaise Pascal puis Centre de Calcul Analogique avant de prendre définitivement l'appelation LIMSI que nous connaissons aujourd'hui.

Dans les années 70, l'essor de l'informatique et le «libéralisme» du Professeur Lucien Malavard ont suscité de nouveaux axes de recherche :

— Les études en CAO ont permis la spécification du langage EUCLID maintenant distribué commercialement aux Etats-Unis et au Japon.

— Les travaux sur la communication parlée ont débouché sur un développement industriel de produits en synthèse et reconnaissance de la parole.

— La robotique, quant à elle, a été introduite au LIMSI par son Directeur précédent, Guy Renard, et donne lieu à des recherches recouvrant de vastes domaines allant de la commande et génération de plans d'action aux fonctions de perception.

— Enfin, l'expérience de recherche en mécanique des fluides a été appliquée aussi bien à l'étude de profil du TGV qu'à la réalisation du «Moulin à vent» du commandant Cousteau, voilier révolutionnaire puisque sans voiles...

La robotique

Les activités concernant la robotique ont commencé au LIMSI en 1977 et ont abouti à la formation d'un groupe de recherche en 1980 qui s'est intégré au programme ARA. Ce dernier assure la convergence de toutes les activités de recherche et contribue à leur développement.

Dirigé par Angel Osorio, le groupe fait une large part à l'informatique temps réel, aussi bien d'un point de vue matériel que logiciel ce qui l'a conduit à la conception et à la mise en œuvre de logiciels orientés temps réel. Ainsi en est-il du système SIMIR (pour Système Interactif Multitâches pour l'Intégration en Robotique) qui doit conduire à la réalisation d'un logiciel robotique parfaitement portable. Ce dernier visera une architecture de type réseau distribué où chaque utilisateur disposera d'un poste de travail évolué.

Les recherches en informatique dans une optique «robotique» constituent la raison d'être de la participation du groupe au programme ARA et seront donc un de ses principaux centres d'intérêt au cours des années à venir.

D'un point de vue général, les recherches sont orientées vers le triplet décision - perception - communication, en se plaçant dans l'optique de la troisième génération de robots.

Dans la panoplie de recherches en perception, la stéréovision, en utilisant une

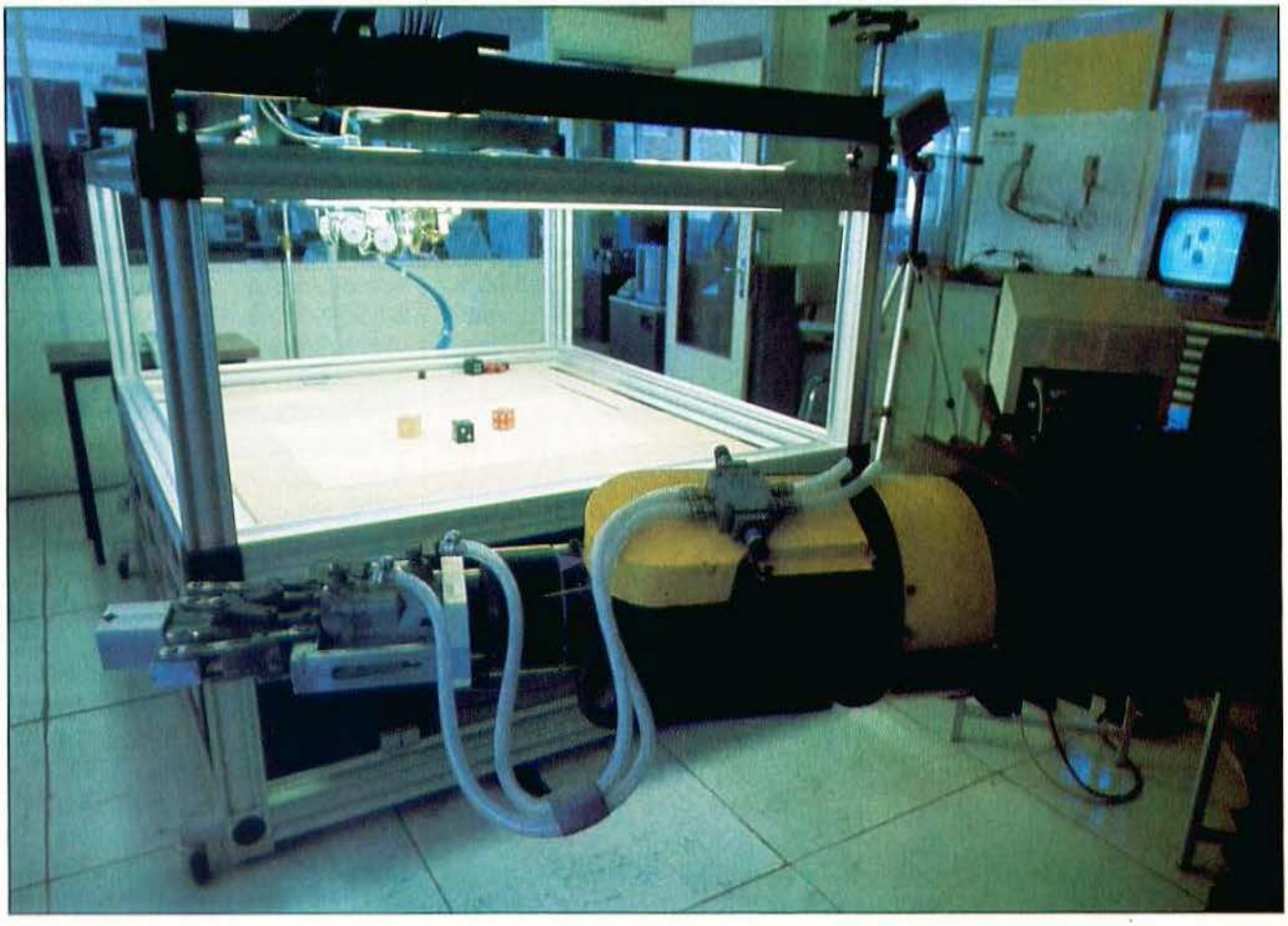
méthodologie K2D, consitute un thème qui semble correspondre tant aux besoins d'aujourd'hui qu'à ceux de la robotique future. Ces méthodes obligent à approfondir les techniques purement bidimensionnelles (probablement 75% des cas dans l'industrie) et permettent d'aboutir à des réalisations à court terme avec des moyens limités.

Les recherches en décision — planification sont abordées sous l'optique de la mise en œuvre d'une cellule flexible d'assemblage. L'objectif commun à ces travaux est de faire converger les méthodes amplement utilisées en intelligence artificielle vers des applications en robotique avancée afin de pouvoir dégager une approche propre à l'assemblage et à la manipulation. La mise en œuvre de systèmes décisionnels du type moteur d'inférence constitue le fil conducteur de cette activité.

L'objectif expérimental du groupe est la mise en œuvre d'une cellule flexible d'assemblage et il dispose d'ores et déjà de deux manipulateurs à six degrés de liberté : un robot ACMA TH 8 livré en décembre 83 dans le cadre du programme ARA et le robot transfert du laboratoire qui a été complété par un poignet 3 axes. Le processeur de vision utilisé (NIM 628), digitalisant des images sur 16 niveaux de gris, semble néanmoins insuffisant et le passage à un processeur pouvant fournir 64 niveaux est à l'étude. De plus, l'utilisation d'un ordinateur multiprocesseur (SM 90), relié à des terminaux évolués, semble être la solution s'adaptant la mieux aux objectifs du groupe et qui permettra l'accès rapide aux ordinateurs du CIRCE.

Le groupe «Robotique» du LIMSI participe à divers enseignements de 3e cycle : DEA de «génie industriel» de l'Ecole Centrale, GEA de l'université de Montpellier ; il assure la responsabilité du module robotique du DEA informatique de Paris XI. Des conférences ont été données dans des centres d'enseignement (ECP, ENST, IUT de Cachan et d'Orsay). Le groupe a participé à l'organisation de tables rondes en robotique (congrès IFIP à Paris, Robotique Industrielle à Bilbao, Robobea à Barcelone) et a présenté des communications dans 8 congrès. Il a fait partie de la commission «Besoins en informatique pour la recherche» du MIR (thème robotique) et a contribué à la mise en œuvre du schéma directeur informatique du CNRS. Le groupe maintient des relations scientifiques suivies avec 5 laboratoires français et 4 étrangers. Un tiers des effectifs du groupe consacre l'essentiel de ses activités au programme ARA (mise ne œuvre des expériences canoniques, participation aux conseils scientifiques, conduite d'actions spécifiques,...). Deux contrats sont en cours : l'un avec la DRET/ETCA (chaîne d'acquisition d'images), l'autre avec la RNUR (Action objectif - produit ARA).

Un exemple significatif des recherches



menées au LIMSI peut être donné par le «système dicisionnel pour la perception en robotique avancée» développé par Serge Koulondjoin, A. Meller et A. Osorio

SIMIR-V

SIMIR V est un système décisionnel souple et interactif d'analyse de formes pour les robots d'assemblage. Ce système utilise une représentation formelle des connaissances pour l'identification de l'objet et une stratégie de prise autonome de décision. Les informations relatives à l'objet à identifier sont extraites au moyen de primitives d'une image digitalisée sur 16 niveaux de gris.

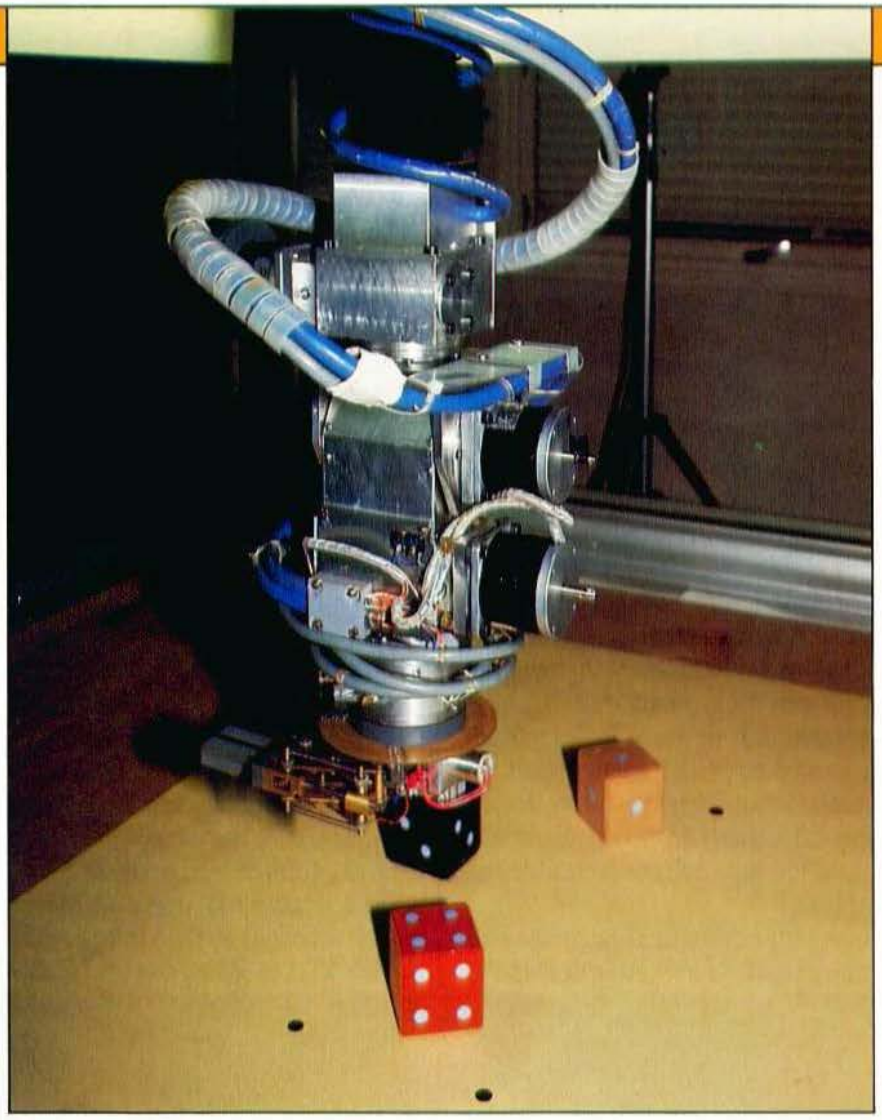
Le moteur d'inférence opère sur des règles contenant des variables. Les résultats de cette inférence permettent d'établir une corrélation entre l'objet perçu et l'objet archivé. Si plus d'un objet est identifié pour une perception donnéee ou si une perception ne conduit pas à une interprétation unique, on acquiert de nouvelles informations en en explorant un sous-ensemble (ou un message signalant une analyse ambigüe est émis). La déclaration de la représentation des connaissances (ou apprentissage) permet au système d'être tout à fait évolutif.

Cette étude porte sur la manipulation d'objets : il faut donc expliciter les aspects décisionnels du système de vision lui-même et son utilisation par un logiciel. Ce qui conduit à étendre les capacités de décision du système aux niveaux suivants :

— le système de vision doit pouvoir réexaminer différentes étapes du traitement d'image,

— le logiciel doit considérer la partie vision comme un ensemble parfaitement flexible.

Il faut avant toute chose examiner les points suivants. D'une part, beaucoup de systèmes de vision sont développés indépendamment du reste de la structure ce qui conduit à des surprises lors de leur intégration : la plupart du temps, on se rend compte que le système hôte aurait pu bénéficier d'informations précieuses fournies par le module de vision mais dont on ne dispose pas parce que ce type



d'informations a été jugé sans intérêt lorsque le module a été développé séparément. Par exemple, le fait qu'aucun objet ne soit identifié, qu'il y ait confusion entre deux objets, que l'objet soit immédiatement reconnu... peut accroître conséquemment les possibilités du système dans son ensemble. En effet, disposant de ces informations, le module de supervision peut décider de déplacer le robot ou d'utiliser un capteur précis sachant exactement dans quelle mesure l'objet a été identifié. Mieux encore, connaissant la position d'un élément partiellement reconnu (par le module de vision), le robot peut l'appréhender et le replacer dans une position permettant à la vision de l'identifier sans erreur possible.

D'un autre côté, si la vision peut fournir des informations détaillées sur l'état de son processus d'acquisition de connaissances, le système peut demander des traitements d'image complémentaires. Par exemple, supposons que la reconnaissance reste ambiguë on peut alors sélectionner un sous-ensemble de l'image et y appliquer des routines de traitement plus complexes. On encore, si l'image obtenue est trop feuillée (trop de contours) on peut alors décider de modifier les paramètres de la digitalisation pour obtenir une nouvelle image.

Procédés d'acquisition

On utilise des variables globales et relationnelles relatives à l'image dont on vient d'extraire les contours. Les variables globales comprennent le centre de gravité, la distance des points du contour au centre, la surface, les moments d'inertie.

Représentation des objets

On utilise une représentation struturale. Par exemple, on peut décrire une rondelle de la façon suivante :

Rondelle : type (cercle)
caractéris. (trou)
trou (inclus)

ce qui signifie qu'une rondelle est une sorte de cercle. Sa caractéristique est de

comporter un trou inclus. On distingue les objets réels, comme la rondelle des objets génériques comme un cercle.
La structure correspondant au cercle sera :

```
cercle : type (forme)
         identif. (syn) (S/P)
         S/P (5) (7)
         SYM (8) (11)
```

Ici l'élément «identif» indique que deux informations «SYM» (rapport de symétrie) et «S/P» (rapport surface/paramètre) doivent être utilisées pour identifier un cercle. La valeur de S/P (5,7) signifie que ce rapport devra être compris entre 5 et 7.
Nous avons déjà exprimé que la rondelle était une sorte de cercle et que sa caractéristique principale était de comporter un trou à l'intérieur. Il nous faut donc une description du trou :

```
Trou : type (caractéristique)
       identif (SYM) (S/P)
       SYM (1) (2)
```

Cette représentation permet au système de traiter des demandes variées comme «trouvez la rondelle», «un trou», «un cercle», «un trou dans un cercle»... etc. La même représentation est utilisée pour les données venant du processus d'extraction d'images pour lequel on disposera donc de variables globales et relationnelles.

Acquisition de l'information

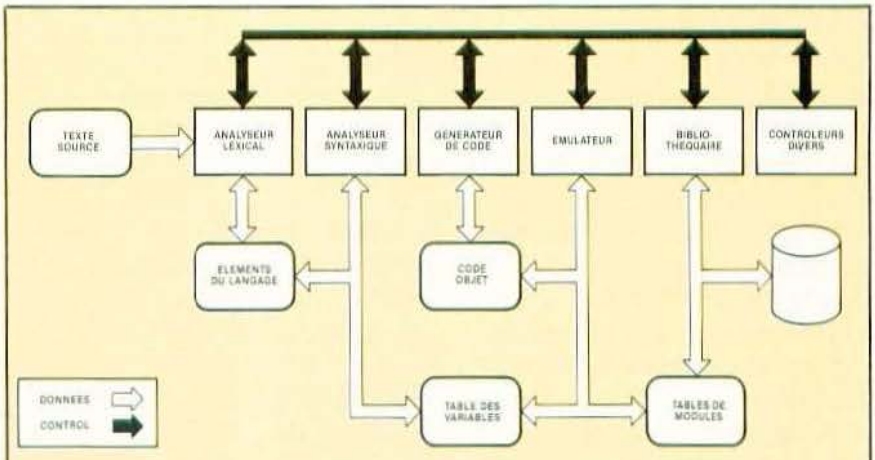
Le moteur d'inférence est un système de production appelé APSIS (A Production System for Integrated System) développé par les auteurs de cette présente recherche.
C'est un système de production «partitionné» qui permet une grande flexibilité d'organisation et qui est fondé sur la notion d'experts en connaissances (knowledge - sources spécialists) qui communiquent à travers une base de faits partagée. Chaque KS-specialist contient plusieurs règles.
Par exemple, chez l'expert «identification élémentaire», nous avons la règle OB4 :

```
OB4 (OBJET ?X)
      (PRED (/LI O IDENTIFICATEUR
      (NOT ? ?))
      (MAPCAR (EVAL (INSTANTIE'
      CLASSEIDENT'X ?))
      'NLAMBDA (E)
            (/EC 1 IDENTIFICATEUR
      (X?E?)>
```

Ce qui veut dire : «pour reconnaître un objet non encore identifié, traitez les contours correspondant aux variables de description et donnez-les à l'expert «identification approfondie». Cette règle génèrera, pour l'expert suivant, la structure (RONDELLE (CLASSE OO50)) ce qui signifie que le contour CLASSE OO correspond à la description de la rondelle avec une incertitude de 50%. Ce pourcentage est traité conformément aux bornes des différentes données figurant dans le descriptif de la rondelle.
L'utilisation de règles dans les traitements autorise une plus grande flexibilité. Cette modularité permet par ailleurs une corrélation entre la vision et l'action dans le cas d'un robot manipulateur appréhendant des objets sur un convoyeur. Enfin, vu le nombre restreint d'informations extraites d'une image, le temps de traitement est suffisamment réduit pour autoriser une réponse en temps réel.

La stratégie

La stratégie utilisée pour l'identification est flexible et déterminée dynamiquement. En d'autres termes, suivant les demandes formulées par le système, l'ordre suivant lequel seront appliqués les KS-specialists sera éminemment variable. En fait, ces demandes peuvent aller d'un très général «Identifiez tous les objets», à la requête spécifique «Dites-moi si la rondelle est bien là !».
En définitive, le système parcourra la boucle suivante :
a) moteur d'interférence basé sur les modèles : en modélisant l'objet, essayer de retrouver les caractéristiques de sa structure (en utilisant principalement les variables scalaires).
b) moteur d'interférence basé sur les données : en traitant les données de l'image obtenue, retrouvez l'objet (en utilisant



LA GRAMMAIRE DES GRAMMAIRES

```
1 :<REGLE>          ::= <AUXILIAIRE> '::=' <DEFINITION> '.'.
2 :<DEFINITION>     ::= <OPTION> ('!' <OPTION>)*.
3 :<OPTION>         ::= <TERME> +.
4 :<TERME>          ::= '[' <DEFINITION> ']'.
                        ! (<ITEM> ['*' ! '+']).
5 :<ITEM>           ::= <AUXILIAIRE> ! <TERMINAL>
                        ! '(' <DEFINITION> ')'.
6 : <AUXILIAIRE>    ::= '<' <VARIABLE> '>'.
7 :<TERMINAL>       ::= '«' <VARIABLE> '»'.
```

La règle 6 définit le vocabulaire auxiliaire.
La règle 7 définit le vocabulaire terminal.
Le symbole '!' définit le ou exclusif.
Les symboles '[' et ']' indique zéro ou une occurrence.
Le symbole '*' indique zéro ou plusieurs occurrences.
Le symbole '+' indique une occurrence au moins.

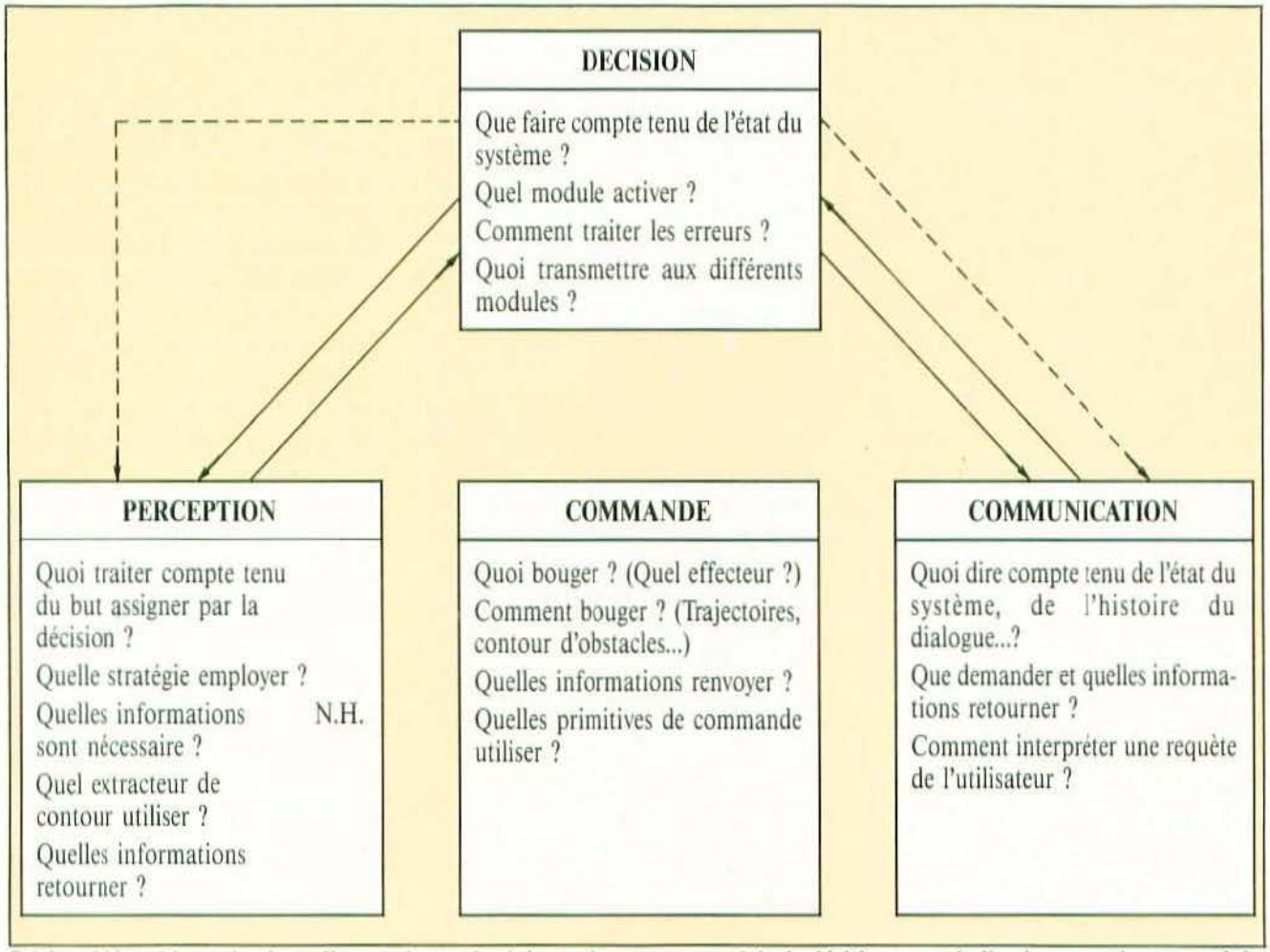


Schéma hiérarchique classique d'un système robotisé ; quelques opportunités de décisions sont indiquées pour chaque module. N.H. : Niveaux hiérarchiques possibles. En pointillé : contrôle ; en trait plein : données.

principalement les données relationnelles).

c) si on ne trouve pas d'interprétation cohérente, acquérir de nouvelles informations et aller en a.

Modifications de traitement

Les modifications sont possibles au niveau de l'extraction d'information comme au niveau de l'acquisition d'image. Au niveau de l'information, on peut grossir une partie de l'image pour y appliquer un traitement plus important. En ce qui concerne la digitalisation, il est possible de modifier certains paramètres (nombre de points à prendre en compte, rapports de fréquence...). Cependant, il n'est pas toujours évident d'apprécier l'influence de ces paramètres sur l'image digitalisée.

Montage expérimental

La caméra est placée de manière à percevoir le plan de travail sous un angle d'environ 30°. On suppose qu'il ne peut y avoir de recouvrement entre différents objets et que ces derniers sont vus dans leur «position naturelle d'utilisation».

Le système est écrit en LISP F3 (sous-ensemble d'INTERLISP) et sera inclus dans un proche avenir dans le logiciel SIMIR qui combinera puissance de traitement en temps réel multitâches et interprétation d'un grand ensemble de langages.

Conclusion

Voici donc clairement établi l'intérêt des déclarations formelles dans les aspects décisionnels de l'analyse d'image en robotique qui amène un accroissement substantiel de la flexibilité et des capacités d'intégration du système. Ce dernier souffre actuellement du nombre restreint d'objets (sous leur forme structurelle) qu'il peut traiter, ce qui rend difficile son évaluation par rapport à d'autres systèmes. Cependant, de nouvelles possibilités vont lui être ajoutées, sans changement dans son écriture, grâce à la méthode de déclaration généralisée des représentations utilisées ici. De façon plus globale, on peut dire que SIMIR-V offre une méthode générale pour une interaction sophistiquée entre la perception et l'action.

Références

*M. CHAMBON D.
«Description d'images numériques. Réalisation du module bas-niveau de SACSO''
Thèse de 3e cycle - Université Paul Sabatier. Toulouse 1982.

*DYER C.R. - CHIN R.J.
«Model-based industrial part recognition systems and algorithms»
Computer Sciences Technical Report = 538. Université du Wisconsin - Madison - Mars 1984.

*HENNINGER L.
«Interactive Real Time Software on advanced Robotics»
Int. Symposium on Artificial

Intelligence
Leningrad 1983.
*NII H.P. - AIELLO N.
«AGE : A Knowledge-based Program for building knowledge-based programs».
Proc. 6th IJCAI 645-655.

L'équipe CAO

De constitution récente, le groupe CAO, dirigé par Paul Mace, chargé de recherche CNRS, a réellement commencé à s'étoffer cette année tout en diversifiant ses axes de recherche.

La CAO est en effet une discipline à part entière dont les applications sont nombreuses. Ce fait s'est traduit par une forte augmentation des demandes de coopération venant du secteur public, tant au niveau du CNRS que de l'extérieur. Il faut alors distinguer la part de recherche et la part de prestation de service, distinction délicate venant du fait que ce que le demandeur appelle recherche est souvent un service au niveau du LIMSI.

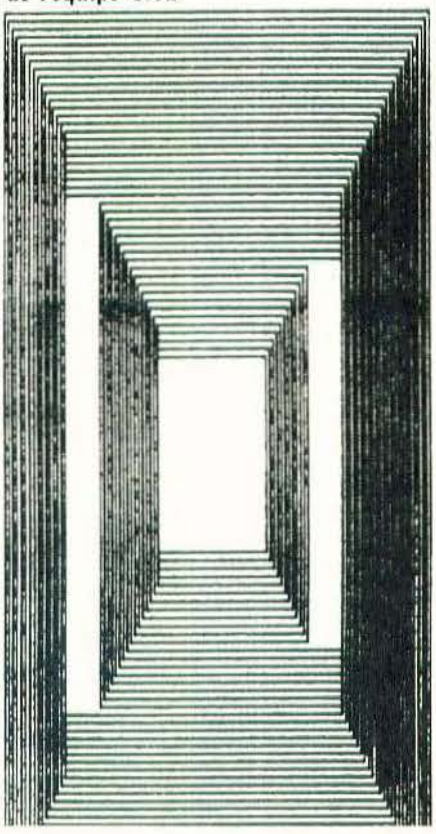
La caractéristique de la CAO au LIMSI est son effort de recherche dans la modélisation de formes existantes, ce qui la rapproche du traitement d'image et de la robotique. Parallèlement, sa réflexion se porte sur les moyens de cette modélisation : actuellement en effet, les maquettes virtuelles d'un objet ou d'une scène (modèle 3D) sont créées et manipulées au moyen de logiciels puissants exigeant de «vrais» ordinateurs, moyens ou grands. Or, les besoins des PME, des laboratoires et de la robotique embarquée, en matière de modélisation, visualisation et animation conduisent à envisager des architectures matérielles et logicielles légères et interactives. Les recherches s'orientent donc vers les problèmes de saisie de formes tridimentionnelles et vers leur modélisation sur microsystèmes.

Saisie de lignes et surfaces courbes

Le but de cet axe de recherche est le développement de méthodes interactives de saisie de lignes et de surfaces courbes à partir d'images ou de relevés manuels. La CAO n'utilise pratiquement qu'un seul mode de saisie : celui de la géométrie descriptive, c'est-à-dire une vue de face associée à une vue de dessus. Malheureusement, ce n'est pas toujours suffisant pour la création de courbes. En particulier, de nombreuses applications exigent la saisie d'une courbe tracée sur une tablette à numériser ou déjà représentée (anciens plans, dessins, photos). Enfin, une courbe est souvent l'image d'une courbe en trois dimensions qu'il s'agit de reconstituer à partir des deux vues précédentes. S'il existe un plan de symétrie, alors une seule vue suffira (théoriquement).

Une première reconstitution tridimentionnelle a été réalisée l'année dernière en collaboration avec le centre de cytologie expérimentale du CNRS d'Evry. La saisie est restée classique, point par point, et la troisième dimension a été calculée par triangulation à partir de points supposés homologues. Pour une saisie globale, il est nécessaire de pratiquer un lissage par approximation de points numérisés. La méthode utilisée consiste alors à remplacer les algorithmes habituels de traitement d'image (grignotage, extraction de squelettes, de contours,...) portant sur un grand nombre de pixels par un traitement de segments (ceux par exemple qui balayent horizontalement l'objet). Les calculs peuvent alors être exécutés rapidement sur un PDP 11.

Interprétation et tracé en quelques dixièmes de secondes par le compilateur Forth de l'équipe CAO



En ce qui concerne la reconstitution 3D proprement dite, ce sont les points homologues qui sont repérés interactivement sur une vue où les lignes cachées ont été reproduites. les erreurs de dessin et de corrélation rendent la solution globale mathématiquement impossible et il faut donc corriger le dessin. Le plan de symétrie est alors défini par une méthode des moindres carrés : une première approximation du système résultant (4 n + 1 équations vectorielles) a déjà donné une preuve de faisabilité sous la forme d'un plan «3 vues» de l'objet. Il reste donc à affiner la solution et à imposer des contraintes sur les corrections : nombre de points d'inflexion par exemple, pour éviter les ondulations.

Modélisation et animation

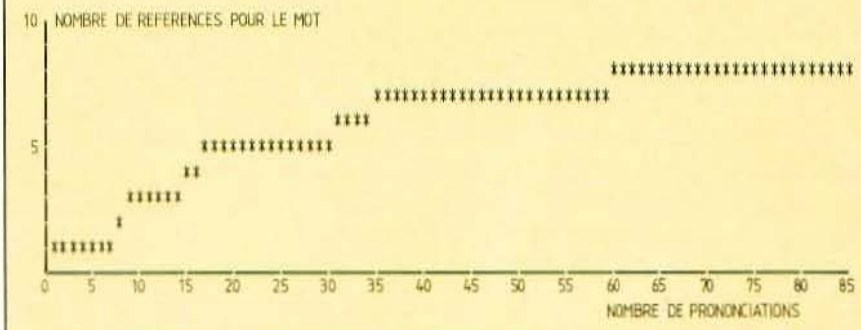
Le but de cette recherche est l'étude méthodologique des fonctions de base de la géométrie numérique utilisée en CAO et leur décomposition en opérateurs élémentaires optimisés (produit vectoriel, homothétie...).

L'étude porte en plus sur le rôle du langage hôte, la création d'un logiciel graphique et d'un noyau de CAO sur micro-ordinateur.

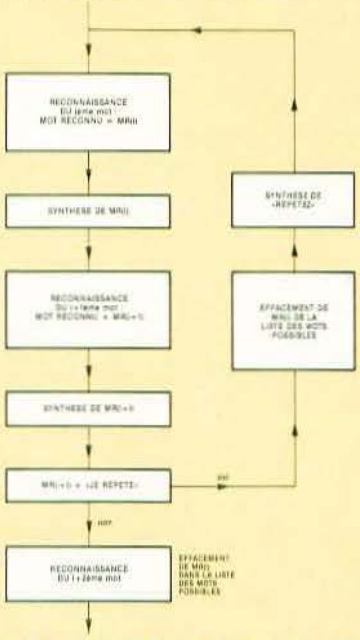
Application à l'animation : celle-ci est de plus en plus utilisée comme outil de compréhension. Le calcul de l'image 2D à partir du modèle 3D est très coûteux. Une solution peut être, alors, d'interpoler directement à partir de quelques images 2D.

Afin d'étudier l'influence et l'efficacité du langage hôte, il a été décidé d'utiliser FORTH, langage ne comportant pas d'éditeur de liens. Un compilateur FORTH a donc été implanté sur une carte construite autour d'un Motorola 68000 mais ne comportant aucun système d'exploitation. Un mini-logiciel graphique a été écrit (voir test ci-joint).

L'étude méthodologique a commencé par des fonctions d'intersection et de clipping. Le but est de programmer des algorithmes travaillant en entiers, y compris pour les courbes de Bezier et les B-splines tra-



EVOLUTION DU NOMBRE DE REFERENCES POUR «TROIS»



STRATEGIE DE CORRECTION EN CAS D'ERREUR

Reconnaissance multilocuteur (groupe «Communication parlée»).

cées en quelques secondes. L'IUT d'Evry, l'INRIA, l'ENSTA ont déjà manifesté leur intérêt pour ce compilateur.

L'application à l'animation a évidemment commencé par les courbes mais la difficulté réside dans la non-uniformité de la saisie des images données qui entraîne la redéfinition des points homologues. La conservation de l'abscisse curviligne est une solution dans certains cas. On peut remarquer la similitude de formalisme avec les problèmes de saisie 3D.

En 1984, le pôle privilégié d'intérêt est la modélisation sur 68000 de l'univers du robot marcheur de l'IUT d'Evry (laboratoire de robotique).

Du point de vue valorisation et application de la recherche, les recherches poursuivies dans ce laboratoire ont conduit au système EUCLID. Les chercheurs responsables du projet ont quitté le laboratoire, pour créer la Société DATAVISION, rattachée aujourd'hui à MATRA et, indirectement, à Renault. DATAVISION a eu en 1983 un chiffre d'affaires de 80,3 MF (en augmentation de 11,2% sur 1982). 72% de ce chiffre d'affaires a été réalisé à l'étranger.

Le groupe «Communication parlée»

Ce groupe, dirigé de façon très dynamique par Joseph Mariani, chargé de recherche au CNRS, mène des travaux de pointe dans les domaines de la reconnaissance et de la synthèse vocale. Ces travaux ont d'ailleurs aussi bien un caractère de recherche fondamentale qu'un côté plus «pratique» qui a conduit à des réalisations de pointe au niveau international.

La communication parlée est un domaine hautement pluridisciplinaire où chaque source de connaissance est intimement liée à ses voisines. On peut aussi dire que les travaux sur la parole relèvent autant de la reconnaissance des formes que de l'intelligence artificielle (système expert de reconnaissance de sonogrammes, élaboration d'un modèle cognitif d'accès lexical, traitement de données textuelles, etc.). Le groupe entretient d'ailleurs des relations serrées avec l'équipe de D. Kayser au LRI et est conjointement responsable du module «Intelligence artificielle» du DEA informatique de Paris XI (Orsay).

Dans un but de structuration, les activités du groupe se polarisent autour de 6 thèmes principaux :

— Analyse, synthèse et analyse-synthèse.
— Phonétique, phonologie, perception et invariance.
— Reconnaissance globale.
— Structures du dialogue, ergonomie et procesus cognitifs.
— Communication parlée pour le traitement des données textuelles.
— Compréhension et génération de parole continue.

D'un point de vue valorisation de la recherche, il n'était plus possible de consacrer trop de temps en discussions avec les nombreux partenaires industriels intéressés par les processus vocaux. Aussi l'interface industrielle se fait-elle par l'intermédiaire de la société VECSYS, une PME dont le siège est à Bièvres et dont le rôle est de suivre l'avancement de la recherche et de proposer leurs résultats au fur et à mesure à des industriels ou à des utilisateurs. Cette solution permet aux chercheurs de consacrer moins de temps à l'élaboration et au suivi de contrats sans pour autant être déconnectés des applications en aval de leurs travaux. Nous allons maintenant passer en revue, très succinctement, les différents axes de recherche pour l'année écoulée :

Analyse à très court terme du signal de parole :

Dans toute analyse vocale et quelle que soit la méthode employée (FFT, banc de filtres...) on est amené à choisir une

période d'échantillonnage durant laquelle on considère le signal comme stable. Ce dernier sera alors traité suivant des paramètres comme la fréquence laryngienne ou la fonction de transfert du conduit vocal. Cette méthode conduit malheureusement à ignorer les variations rapides de certains paramètres fondamentaux à l'intérieur de la fenêtre de temps choisie. D'autre part, si l'on réduit de façon excessive cette fenêtre (quelques millisecondes) les informations obtenues deviennent inexploitables. L'approche proposée vise alors à décrire le signal vocal comme une suite d'événements (impulsions glotiques, explosions, pointes de bruit) dont il importe de trouver les liaisons pour retrouver des notions phonétiquement pertinentes (voisement, hauteur, transition...).

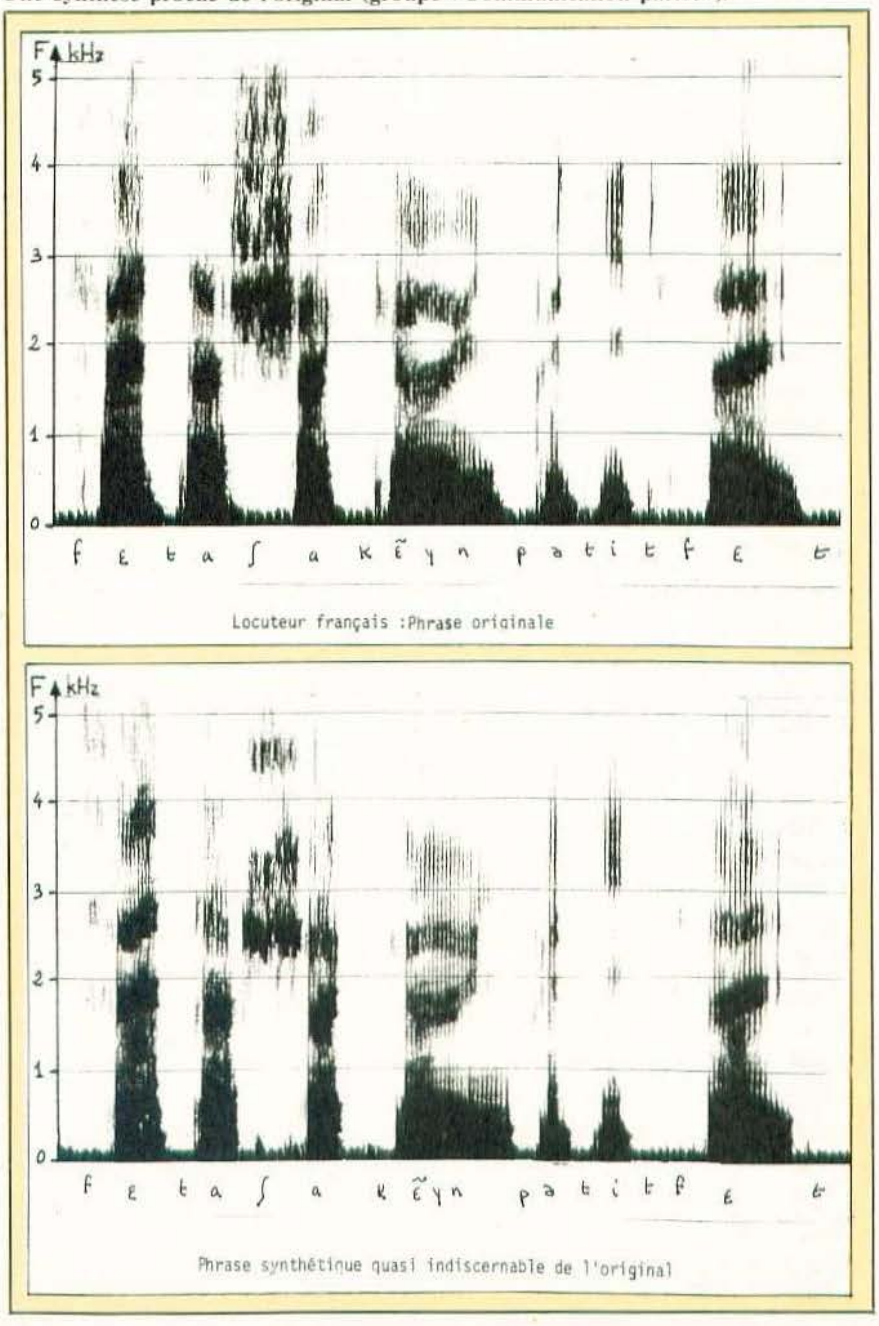
Reconnaissance des langues à tons :
Cette recherche appliquée au Pékinois et au Thaï vise la segmentation du signal de parole en unités de type syllabe puis la caractérisation partielle de ces unités en vue de leur reconnaissance. La segentation se fera par reconnaissance du noyau syllabique et/ou reconnaissance des frontières de syllabes : on effectuera ensuite une affectation syllabe-ton afin de retrouver des règles d'enchaînement de ces tons.

Synthèse multivoix :
Il s'agit ici de chercher les facteurs caractérisant les aspects individuels et dialectaux de la parole. On cherche donc a formaliser les règles de passage d'un interlocuteur à un autre : cet axe de recherche fait intervenir des disciplines comme l'acoustique, la phonétique, la phonologie et la perception. La méthode utilisée est la méthode de Klatt (du MIT) qui utilise les formants. On formalise par cette méthode l'ensemble des paramètres relatifs aux voix de plusieurs locuteurs (ou de plusieurs dialectes d'une même langue) et on recherche les règles de passage d'une voix ou d'un dialecte à un autre afin d'opérer une synthèse multivoix indiscernable de l'originale.

Analyse acoustico-phonétique des sons stables du français :
On veut ici démontrer que le spectre d'un signal vocal contient en lui-même suffisamment d'informations pour caractériser chaque voyelle ou phénomène stable sans avoir à aller jusqu'à l'identification des formants.

Reconnaissance globale multilocuteur :
Le but de ce projet est la reconnaissance des mots d'un vocabulaire prononcé par n'importe quel locuteur. Une première approche consiste à disposer d'un vocabulaire prononcé par un locuteur unique et d'une phrase-clé : tout nouveau locuteur prononce cette clé, ce qui permet l'application d'une transformée polynôminale au signal obtenu afin d'extraire les caractéristiques de la voix du nouveau locuteur. Cette approche est délicate dans la mesure où l'on est obligé d'appliquer des transformées différentes suivant la nature même des sons, ce qui conduit à une partition par classes par sons. Une deuxième approche nécessite la prononciation du vocabulaire de base par une large population : chaque prononciation différente du même mot est alors considérée comme une nouvelle référence. En fait on constate expérimentalement que le nombre de références pour un mot donné se stabilise autour d'une dizaine, ce qui, pour un vocabulaire de 250 mots

Une synthèse proche de l'original (groupe «Communication parlée»).



donne 2500 références, ce qui est tout à fait acceptable. Le point crucial reste néanmoins la détermination du seuil à partir duquel un mot peut être considéré comme une nouvelle référence.

MOZART :

Un système de reconnaissance globale de parole continue : une carte a été effectivement réalisée autour d'un INTEL iAPX 186. Elle réalise une reconnaissance monolocuteur sur la base d'un vocabulaire de 200 mots mais dans un flot de paroles illimité, voire la détection de mots dans la parole continue. De plus elle «apprend», prend en compte les contraintes syntaxiques... et son utilisation est envisagée dans le cadre du projet «aide au contrôle aérien» du centre d'étude de navigation aérienne (CENA).

PREVERT

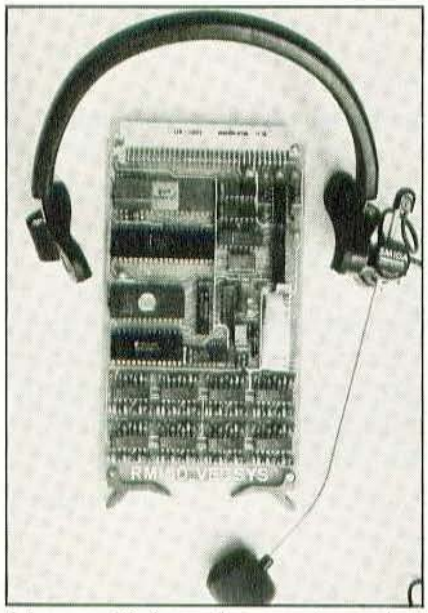
Un processeur de programmation dynamique pour la reconnaissance de la parole : on veut ici réaliser un processeur spécialisé dans la reconnaissance automatique de la parole. On emploie des algorithmes récursifs pour résoudre de manière quasi-optimale les problèmes d'alignement temporel et de segmentation. Les points critiques sont le calcul des distances spectrales et la résolution des équations récursives locales. Le système a été réalisé et fonctionne actuellement en tant que co-processeur du système MOZART. Son évolution probable est néanmoins sa réalisation en un circuit intégré VLSI.

Un système de vérification du locuteur :

Ce système vise l'identification du locuteur par reconnaissance globale sous la forme «fourniture d'un mot de passe». Le mot prononcé sera comparé avec la référence et le système décidera alors si le demandeur est identifié ou non. Il faut néanmoins que ce système soit sous une forme multiréférences afin de prendre en compte les modifications dans le temps de la voix (fatigue, rhume, etc.).

Communication parlée avec un système robotique simulé :

Il s'agit de réaliser une interface logiciel gérant un dialogue homme-machine dans le cadre d'une tâche restreinte à un domaine limité (manipulation d'objets par un robot). Ce système doit gérer les



échanges d'information avec le terminal vocal, traduire les assertions du locuteur exprimées en langage pseudo-naturel, pour les transmettre sous une forme symbolique au système informatique et enfin interpréter les messages formels émis par ce dernier.

Reconnaissance pour la dictée automatique de la parole continue :

Ce projet de reconnaissance par méthodes d'apprentissage comporte trois parties : premièrement une méthode de cadrage phonétique automatique utilisant un ensemble important de réels phonétiques (~ 2000) qui permettent la mise en correspondance des contrastes théoriques d'un texte phonétisé avec les contrastes de la courbe d'énergie moyenne du même texte lu à haute voix. Deuxièmement la classification incrémentale permet de regrouper en classes les spectres de plusieurs phonèmes ce qui conduit à une compression de 8 environ (8000 spectres → 1000 types spectraux). Enfin, la reconnaissance proprement dite qui ne s'effectue pas d'une manière continue mais autour des extrema de la courbe d'énergie et du centre de la transition. Les échantillons ainsi choisis sont comparés aux références des classes de phonèmes.

Il faut enfin parler du projet de machine à écrire vocale reconnaissant 135 000 mots prononcés ce qui donne environ 270 000 mots écrits (an, en, han se prononcent par exemple de la même manière). Une analyse sémantique devra être appliquée au texte reconnu dans les cas ambigus, en plus de l'analyse syntaxique. Voilà rapidement passées en revue quelques unes des activités du groupe communication parlée. Sa dotation en matériel plus performant et l'accroissement du nombre de ses chercheurs «permanents» devraient lui permettre d'étendre encore le champ de ses recherches.

Conclusion

Quatre ou cinq *«Micro et Robots»* ne suffiraient pas à faire le tour de ce laboratoire qui se situe véritablement dans un secteur de pointe et qui, par son dynamisme, a parfaitement su en valoriser les résultats. De plus sa situation géographique est particulièrement privilégiée du fait de la proximité de la faculté de Paris XI, de nombreux laboratoires du CNRS et du CIRCE dont le LIMSI utilise les ordinateurs (NAS 9080 et AMDHAL V7) en même temps que le CRAY-1 de Polytechnique à Palaiseau. Nous tenons à remercier les gens du laboratoire qui ont bien voulu nous recevoir et nous fournir tous les renseignements ayant facilité la rédaction de cet article, en particulier Monsieur Joseph Mariani pour la «communication parlée» et Monsieur Serge Koulondjoian pour la robotique. ■

P. Truc

Références

Vu la masse considérable d'articles, communications, notes internes publiés par le LIMSI, il n'est hélas pas possible de tout citer ici. On se reportera utilement, néanmoins, au rapport d'activité de février 1984.

En ce qui concerne la robotique et la «communication parlée», on peut conseiller deux excellents livres écrits en français, aux éditions Editests :

— «Introduction à la Robotique» de Pierre Lopez et Jean-Numa Foulc - 1984.

— «Synthèse, reconnaissance de la parole» de Marc Ferreti et François Cinare - 1983.

COMPOSANTS ROBOTIQUES

CATALOGUE DE PIÈCES MÉCANIQUES MINIATURES

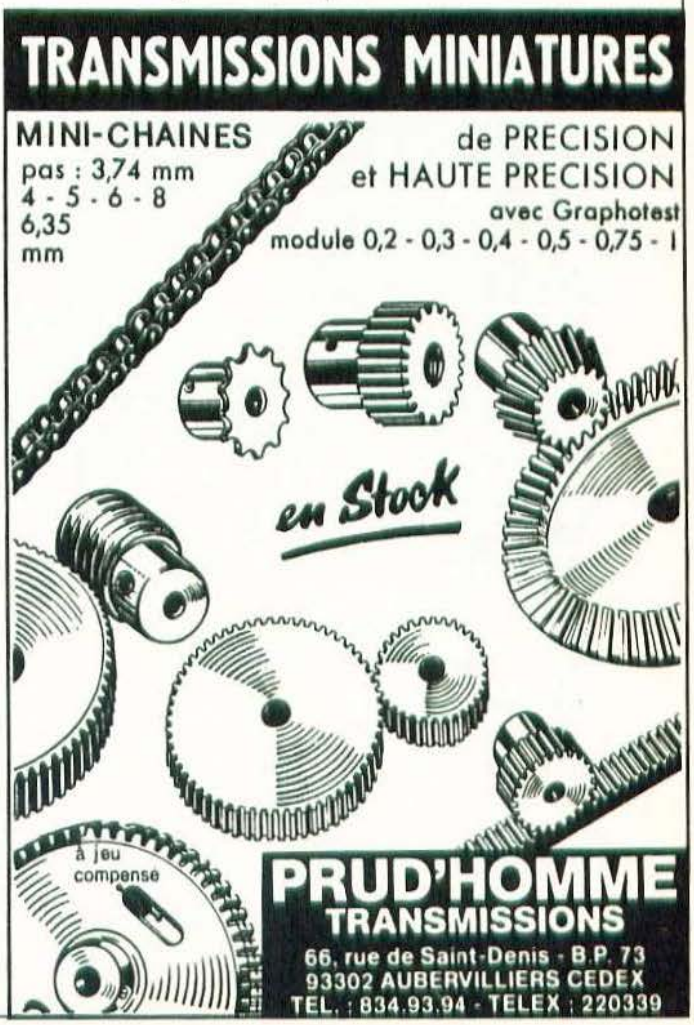
Benrus Corporation propose sous la marque PIC deux séries de pièces mécaniques aux dimensions américaines ou métriques, chacune décrite dans un catalogue, bleu pour le métrique et rouge pour les cotes américaines.
Remarquons tout d'abord que ces pièces mécaniques sont des éléments de précision et que leur prix pourra donc paraître relativement élevé ; ces prix sont exprimés en dollars et nous sommes loin de l'époque des 4 francs !
Le catalogue métrique s'ouvre sur une collection d'arbres rectifiés conçus pour être utilisés avec des coussinets à imprégnation d'huile, des roulements ou des douilles à billes.
La seconde section concerne les pignons de module 0,2 à 1, en acier inoxydable ou alu anodisé ; en fin de chapitre, on trouve des roues à rattrapage de jeu et des systèmes à vis sans fin, des couples coniques, hélicoïdaux, des roues et pignons plastiques ainsi que des crémaillères.
La troisième section traite des accouplements, à soufflet, flexibles, Oldham, à glissement, unidirectionnels.
En 4, nous découvrons la visserie, les goupilles goujons, rondelles etc. où nous notons la présence de vis d'arrêt avec embout rapporté en nylon ou en alliage d'argent ne blessant pas les axes.
La cinquième section se rapporte aux transmissions à chaînes ou courroies, avec ou sans glissement. Notons ici les courroies NO-SLIP : âme centrale en acier inoxydable, courroie dentée de part et d'autre du noyau cylindrique, associée à leur poulies à dents.
Le chapitre 6 porte sur des glissières à billes, de précision et haute précision (de l'ordre du μm).
Le 7e chapitre touche aux assemblages d'engrenages : réducteurs cylindriques, parallélépipédiques, à vis sans fin, renvois d'angle et, aussi, différentiels de précision.
Si vous désirez expérimenter des mécanismes, le chapitre 8 présente des «kits» utilisables pour l'enseignement (servo-mécanismes par exemple), la conception et l'expérimentation. Ce catalogue se termine avec des cadrans, des boutons, des manivelles.
Plus complet, le catalogue aux cotes américaines offre, de surcroît, des paliers linéaires à billes, des mécanismes à croix de Malte, des embrayages et freins magnétiques, des courroies à denture arrondie. Le choix est un peu plus vaste que celui du catalogue métrique qui, nous devons le préciser, a l'avantage d'être rédigé en français.
Service lecteur : cerclez 211

CONVERTISSEUR V/F

Dynamic Measurements Corporation annonce la sortie d'une nouvelle gamme de convertisseurs tension/fréquence à entrée différentielle. Les tensions d'entrées vont de ± 100 μV à ± 10 V et les fréquences de sorties vont du continu à 2,5 ou 10 MHz, selon le module. La linéarité est meilleure que 0,01% de la pleine échelle et que ± 0,01% de la tension d'entrée. La gamme de température s'étend de −25° à +85°C.
Service lecteur : cerclez 210

LOGICIEL POUR AUTOMATES

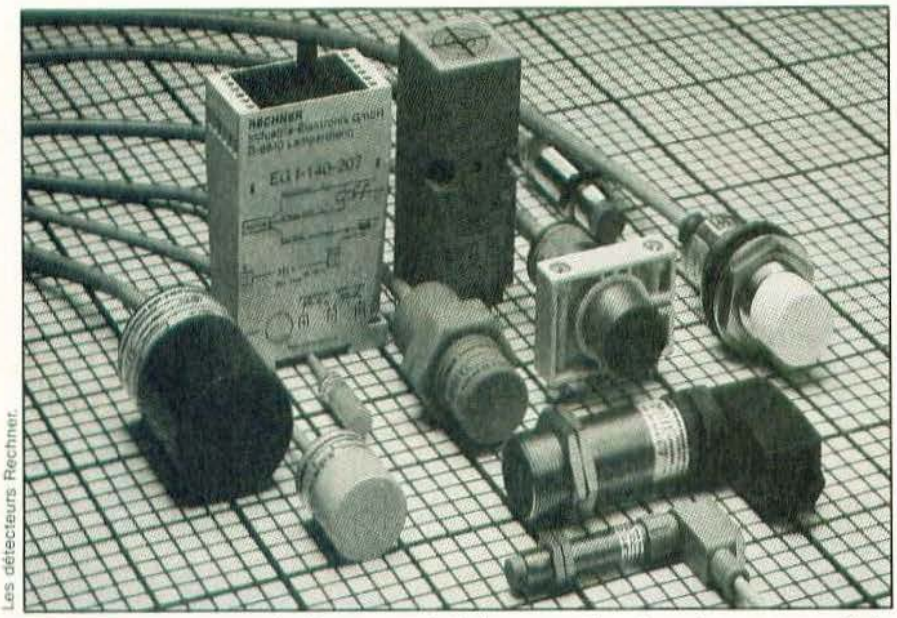
Klöckner-Moeller a mis au point un logiciel permettant d'utiliser, pour la programmation des automates PS 21, 22 et 24, les micro-ordinateurs suivants : EPSON HX 20, APPLE II+ ou IIe, IBM-PC ou compatible (Toshiba T300, Corona, Compaq).
Avec ce logiciel, le micro-ordinateur offre toutes les possibilités d'une console de programmation évoluée :
— élaboration de programmes en mode autonome (sur les mémoires vives du micro-ordinateur),
— programmation sur les mémoires vives du PS 24 par l'intermédiaire de la liaison série du micro-ordinateur et du compilateur EBE 239,
— programmation de mémoires EPROM à l'aide d'un programmateur spécifique Klöckner-Moeller,
— transfert de programme entre ordinateur, lecteur de disquettes ou de cassettes, mémoire EPROM et automate programmable PS 24,
— entrée de commentaires relatifs aux opérandes (entrées, sorties, mémoires internes, temporisations) qui seront affectés automatiquement à l'édition,
— édition en langage mnémonique avec ou sans commentaires (le logiciel pour APPLE II+ ou IIe permet en outre l'édition en schéma à contacts).
Service lecteur : cerclez 209



Service lecteur : cerclez 256

CAPTEURS
CONTACT ET PROXIMITE

La détection de contact et de proximité se caractérise par un nombre pléthorique de solutions...



Les détecteurs Rechner

Dans ce dossier, nous traiterons de dispositifs électroniques capables de commander une action ou de rendre compte de la présence d'un objet, d'un obstacle, avec ou sans indication de la distance, en intervenant (détecteur de contact) ou pas (détecteur dit de proximité) sur cet objet, cet obstacle. Nous examinerons également le cas particulier des senseurs tactiles simples et matriciels , ces derniers trouvant des applications en reconnaissance de formes dans certains domaines propres à la robotique.

Tous les automatismes, ou presque, sont équipés de ces capteurs de proximité et de contact qu'il s'agisse du contrôle le long d'une chaîne de fabrication ou d'éléments intervenant directement dans le processus de gestion de la machine, sous forme de programmateurs à came par exemple.

Une grande diversité de capteurs est proposée par les fabricants et si certains d'entre eux se sont spécialisés dans un type de capteur bien déterminé, d'autres offrent pratiquement toutes les formules possibles en la matière. Les constructeurs d'équipements se sont intéressés à ce marché qui concerne également les fabricants de circuits intégrés et de composants qui ont conçu des éléments appropriés à la réalisation de capteurs complets.

Pour la confection de ces capteurs, plusieurs technologies ont été développées, certaines spécialement dans ce but (c'est le cas, par exemple, des capteurs inductifs). Ces technologies évoluent très rapidement et nous n'en voudrions pour preuve que les systèmes de détection optique qui, partis des ampoules à incandescence et des cellules photo-électriques, toujours en service, en sont maintenant aux fibres optiques et diodes d'émission et de réception spécifiques.

Des circuits intégrés comportant un détecteur et l'électronique de traitement sont apparus, qu'il s'agisse de l'optique où l'on couple une photo-diode et un amplificateur ou du magnétique, où l'on associe un élément à effet Hall magnéto-sensible avec un circuit de traitement analogique ou tout ou rien.

L'enrobage

Les divers capteurs proposés pour l'industrie sont montés dans des boîtiers facilitant leur insertion dans les équipements. On trouve des boîtiers identiques pour des détecteurs fonctionnant selon des princi-

pes différents ce qui facilitera l'étude et éventuellement le changement du type de détection.

Les performances d'un détecteur dépendent souvent de sa taille : une grande distance de détection impose un élément actif de taille importante (ce n'est toutefois pas une règle absolue). Le détecteur pourra également se décomposer en deux parties : une tête de détection miniature et un amplificateur reliés par une ligne qu'il faudra protéger des parasites classiques en milieu industriel.

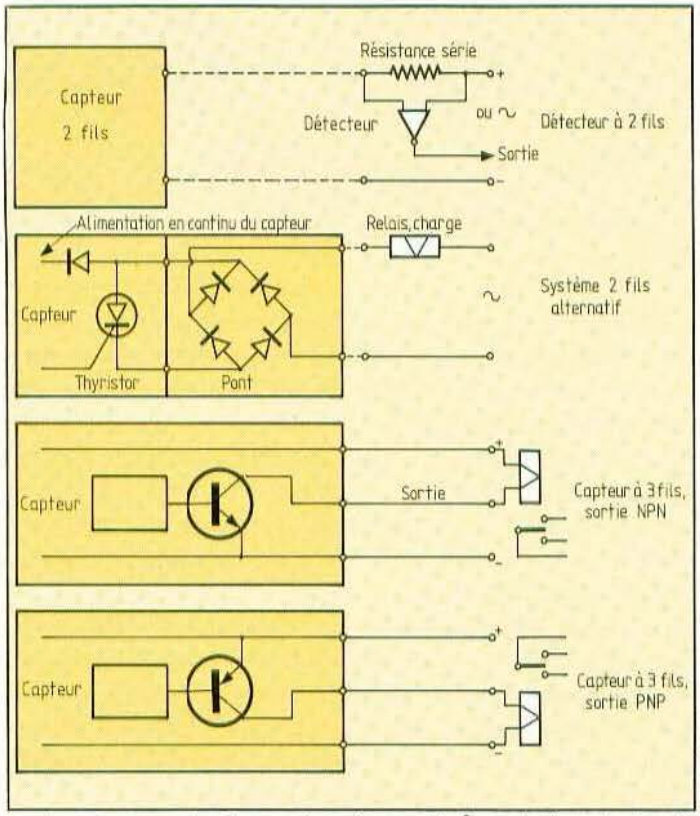
Les matériaux constitutifs des boîtiers seront sélectionnés en vertu de leurs caractéristiques mécaniques, de leurs résistances vis-à-vis des agents agressifs et aussi en fonction du prix (un même capteur peut exister en boîtier métallique ou plastique et présenter des performances différentes).

Les sorties

Une chaîne de fabrication comporte un grand nombre de capteurs installés au plus près des organes ou objets à contrôler ce qui signifie, entre autres, que l'utilisateur se trouvera confronté à des problèmes de câblage tant économiques que techniques. Chaque capteur nécessite, en théorie, trois ou quatre fils (deux pour l'alimentation, un pour la transmission de l'information et éventuellement, un blindage). Cependant, il est techniquement possible de réduire ce nombre à 2 en se servant des variations du courant d'alimentation se produisant lors de la détection (grâce à l'interposition, par exemple, d'une résistance en série dans les fils d'alimentation). Du point de vue du signal de sortie l'on pourra disposer de capteurs à sorties tout ou rien (simples ou doubles et, dans ce dernier cas, analogiques en tension ou en courant et, bien sûr, numérisables). La sortie proprement dite peut s'effectuer par l'intermédiaire de transistors PNP ou NPN et sa polarité dépendra des exigences propres au système. Enfin, certaines versions peuvent fournir des signaux temporisés à l'ouverture ou à la fermeture.

Alimentation

Plusieurs types d'alimentation sont souvent proposés : alternative haute ou basse tension (commande directe d'un électro-aimant ou d'un contacteur avec ou sans relais de puissance) ou à courant continu (prise en général, sur l'alimentation des circuits électroniques associés au capteur même). Toutes ces exigences particulières (détermination de l'état 1 pour l'ouverture ou la fermeture, différentes formules d'alimentation, etc.) conduisent, pour un capteur de base identique à un très grand nombre de versions : jusqu'à 24 si l'on prend en exemple un détecteur de proximité opto-électronique d'origine allemande. Une diversité qui ne va pas toujours dans le sens d'une simplification de la gestion des stocks...



Les différentes configurations de sorties.

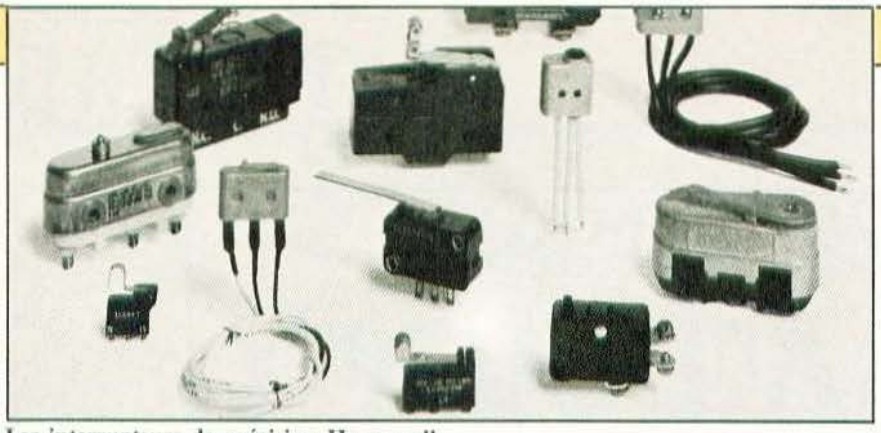
Choix du capteur

Le choix d'un capteur demande un examen de toutes les possibilités offertes. Ce choix dépend d'un certain nombre de critères, dont l'un des principaux est la nature même de la pièce ou du matériau à détecter. On imagine sans peine les difficultés qu'il y aurait à détecter un objet transparent avec un système optique ou de compter des objets isolants à partir d'un capteur à courants de Foucault. De la nature de ces matériaux dépend donc le choix du principe à retenir mais aussi la distance d'efficacité du capteur.

Il conviendra également de considérer les conditions de travail de celui-ci : lumière ambiante pour un capteur optique, champs magnétiques environnants pour un capteur à effet Hall, température, etc. Certains capteurs sont amenés à travailler en milieu corrosif : là encore, comme pour des contraintes de température particulières, une sélection de boîtier s'impose. Les fabricants de capteurs, parfaitement conscients des problèmes posés, proposent en général des solutions sur mesure et leurs catalogues constitueront, le plus souvent, de précieux guides de choix.

Capteurs de contact

Le capteur de contact, contrairement au détecteur de proximité, nécessite un effort mécanique de commande. Lorsqu'il s'agit de commander un organe électrique, on se contente d'un interrupteur à lames (de préférence à contacts frottants) à rupture brusque. Ce dernier type de commutateur reste très utilisé dans l'industrie : il s'agit



Les interrupteurs de précision Honeywell.

d'un système baptisé micro-rupteur, ayant la particularité de ne demander qu'une course de très faible amplitude pour commander l'ouverture ou la fermeture d'un circuit. Cette hystérésis se chiffre en dizièmes de millimètres, dizièmes que l'on amplifie souvent par le biais d'un levier linéaire ou rotatif.

Les micro-rupteurs existent en version nue, avec des contacts à l'air libre, en version protégée et, également en version étanche. Divers calibres d'intensité sont proposés, avec une différenciation tension continue/tension alternative. Ces micro-rupteurs prennent place dans des boîtiers, plastiques, métalliques voire anti-déflagrants.

Ces commutateurs sont «dynamiques», autrement dit ils possèdent un contact mobile mais la fonction peut également exister sous une forme statique, par l'intermédiaire d'un élément de commande à effet Hall ou d'un élément inductif ou optique délivrant une information tout ou rien (ce type de détection se retrouve dans la constitution de touches pour claviers). L'intérêt du système statique se situe au niveau de l'information de sortie exempte de phénomène de rebondissements toujours présents en commutation mécanique pure (d'où les nécessaires circuits logiques «anti-rebondissements»). Les capteurs de contacts s'utilisent dans les machines d'usinage automatique, les machines transfert (où ils servent à déterminer avec une très grande précision la position d'un organe de commande), dans des programmateurs rotatifs, etc.

Capteurs optiques

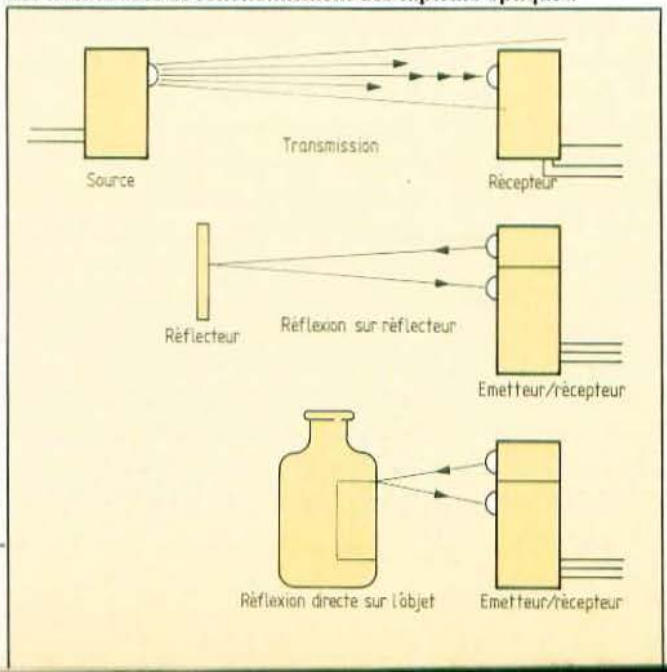
Les capteurs optiques sont les plus connus et les plus simples. Ils existent sous des formes particulièrement variées et poursuivent leur déjà longue carrière grâce aux développements de l'électronique et des sources de lumière. Les premières «barrières» utilisaient une lampe à incandescence placée derrière une optique de concentration du faisceau. La réception s'effectuait quant à elle, grâce à une cellule placée, elle aussi derrière une optique : toute interruption du faisceau est ainsi détectée, la simplicité de mise en œuvre permettant aux non-spécialistes d'utiliser le système. Les inconvénients d'un tel dispositif sont multiples : sensibilité à la lumière ambiante, consommation d'énergie importante à l'émission, obligation d'une liaison électrique double. On peut améliorer la qualité de la liaison en utilisant une lampe sous-voltée génératrice d'infra-rouge et en équipant la cellule réceptrice d'un filtre centré sur le spectre utile.

Enfin pour éliminer le problème de la double liaison, on a conçu des ensembles reflex dans lesquels l'émetteur prend place à côté du récepteur : un élément extérieur réfléchissant renvoie la lumière vers le récepteur. On utilise comme réflecteur un système catadioptrique ayant la propriété (celle du trièdre trirectangle) de renvoyer la lumière dans la direction d'où elle vient. On a intérêt, alors, à rapprocher le plus possible l'émetteur et le récepteur, ou mieux, à les rendre coaxiaux, par exemple à l'aide de prismes fournissant un axe commun mais séparant les faisceaux à la réception. La barrière reflex offre au minimum une portée inférieure de moitié à celle d'une barrière à vue directe (doublement du trajet). L'avènement des semiconducteurs à bouleversé la technologie des systèmes photoélectriques en simplifiant les alimentations, en réduisant la consommation, en améliorant les performances, en créant de nouvelles sources de lumière, plus fiables, inusables et capables de moduler un faisceau à grande vitesse, en miniaturisant, enfin, les systèmes.

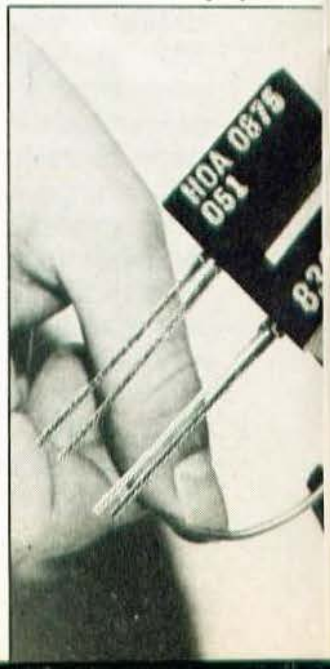
Les composant optiques

La source d'émission la plus simple est, aujourd'hui, la diode électroluminescente rayonnant, soit dans le visible (ce qui facilite l'installation du capteur), soit dans l'infra-rouge (permettant une meilleure protection contre les influences externes). Les diodes LED acceptent un fort courant de pointe, d'où une possibilité de travail en impulsion avec une grande puissance de crête et une puissance moyenne limitée. Plus récemment sont apparues les diodes laser capables d'un rayonnement cohérent, à très faible dispersion, autorisant des longues portées. Par ailleurs, on a étudié des diodes d'émission très rapides destinées à être couplées efficacement avec des fibres optiques. Côté réception, on utilise des photo-diodes (certains modèles ultra-rapides s'adaptent aux fibres optiques),

Les trois modes de fonctionnement des capteurs optiques.



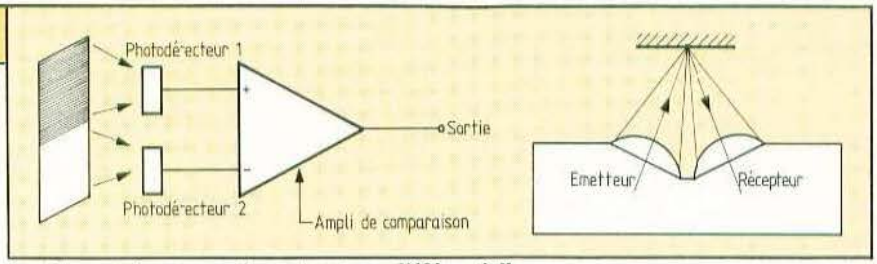
Fourche et fibres optiques.



des photo-transistors (ils présentent un gain important mais pas toujours désirable si l'on souhaite une vitesse de travail élevée), les photo-Darlington (gain élevé), des photo-thyristors (fonctionnement en impulsionnel ou en alternatif). Pour des détections à très courte distance on s'orientera vers les couples diode/photocapteur montés soit en fourche soit en capteur à réflexion. Signalons, enfin, que plusieurs fabricants proposent également des circuits intégrés rassemblant, sur une même puce, l'élément sensible et un circuit de mise en forme : analogique (TFA 1001 de Siemens), tout ou rien avec trigger de Schmitt (Sprague, Ferranti et une gamme chez Honeywell).

La lumière ambiante

L'ennemi numéro 1 du capteur optique c'est, bien sûr, la lumière ambiante continue (celle du soleil) ou modulée (provenant alors d'une source d'éclairage fonctionnant sur le secteur). Pour résoudre ce problème, les diodes électroluminescentes peuvent être alimentées par un oscillateur travaillant à plusieurs kilohertz et modulant le faisceau infra-rouge ; à la réception, un filtre passe-haut ou passe-bande ne conserve que les fréquences contenant l'information utile. On peut, également, utiliser une détection synchrone : le traitement du signal reçu ne commence qu'au moment de l'émission (au temps de transit près, insignifiant). La lumière ambiante, malgré cette modulation peut provoquer, si on n'a pas pris les précautions nécessaires, un éblouissement du capteur : il conviendra donc de protéger autant que faire se peut le détecteur en disposant un filtre IR centré sur la longueur d'onde de l'émetteur par exemple. Les poussières se déposant sur l'optique risquent, par ailleurs, de dégrader les performances du système : l'on y prendra garde. Une autre technique pour s'affranchir de la lumière ambiante consiste à travailler en différentiel, procédé consistant à utiliser une double cellule de détection capable de discerner les différences d'éclairement entre deux zones. Cette technique permet de distinguer différentes couleurs ou différents contrastes. On peut encore améliorer la rejection de lumière parasite en concentrant la lumière au point de détection par un système optique ou en utilisant des polariseurs permettant, d'une part, d'exploiter la différence de polarisation entre une réflexion simple et les réflexions multiples d'un réflecteur catadioptrique et, d'autre part, d'éliminer les reflets sur l'objet passant dans le faisceau d'une barrière reflex.



Système optique monté en structure différentielle.

Classification

Les capteurs optiques se divisent en plusieurs familles : les capteurs à transmission (récepteur d'un côté, émetteur de l'autre) ceux à réflexion sur réflecteur et ceux à réflexion directe. On peut également établir une subdivision entre les capteurs tout ou rien et les capteurs analogiques. Dans les capteurs à transmission on trouve aussi bien les fourches (qui détecteront, par exemple, le passage d'un ticket de métro dans la fente de contrôle) que les systèmes à laser (sécurité à grande distance). Mais la barrière optique, c'est également le domaine du codeur incrémental à transmission capable de détecter le plus infime mouvement angulaire de l'axe d'un moteur.

Le capteur à réflexion sur réflecteur travaille comme une barrière à transmission, exception faite de la configuration du système. Notons dans cette famille la présence de détecteurs insensibles aux réflexions directes sur l'objet.

Les capteurs à réflexion directe sont de véritables détecteurs de proximité utilisables pour le comptage d'objets en défilement par exemple.

Ce type de capteur, utilisé en détecteur de proximité offre des performances dépendant fortement de la nature de la surface réfléchissante présentée au faisceau. On choisira éventuellement le type d'émetteur en fonction de la nature des objets à traiter.

La capacité de réflexion de l'objet cible sera éventuellement améliorée par l'installation, sur cet objet, d'un réflecteur soit catadioptrique, soit du type «Scotchlite», à micro billes de verre, cette dernière formule permettant l'habillage de surface courbes. Pour une détection à distance précise (dépendante de la surface visée) les constructeurs proposent des systèmes à faisceaux croisés (les deux optiques visent un point placé à une distance donnée du capteur).

Spécifications

La distance de détection constitue l'une des caractéristiques de base d'un système opto-électronique : elle dépend fortement de la matière de l'objet à détecter, de sa taille, de sa structure géométrique. Quant à la cadence possible de détection elle sera inférieure si l'on choisit un système à lumière modulée (augmentation du temps d'acquisition) mais, en revanche, la détection s'avèrera très fiable.

Détecteurs à fibres optiques

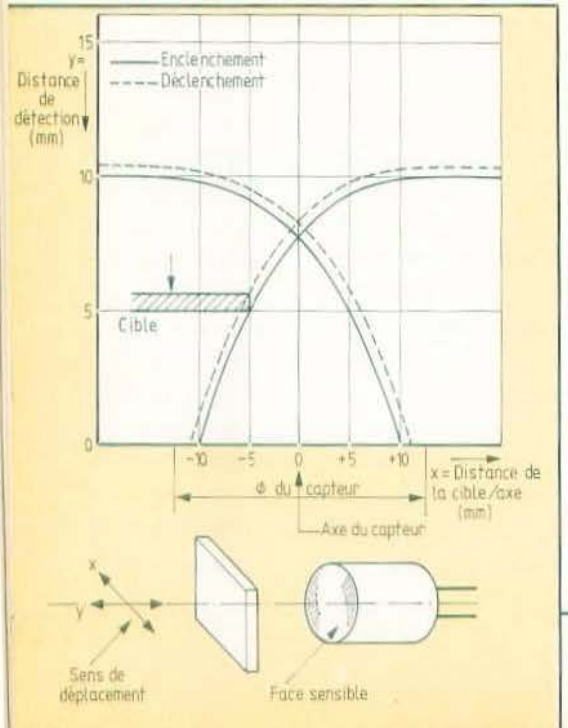
Avec le développement des fibres optiques pour l'industrie des télécommunications, on a pu disposer d'éléments d'un prix de revient intéressant ce qui a entraîné les fabricants de capteurs optiques à concevoir des applications nouvelles. Les capteurs à fibres optiques existent dans les mêmes versions que les autres capteurs : barrage (face à face), réflexion sur réflecteur ou réflexion directe (proximité). Compte tenu des dimensions des fibres, les applications seront celles où la miniaturisation a cours : certaines fibres mono-

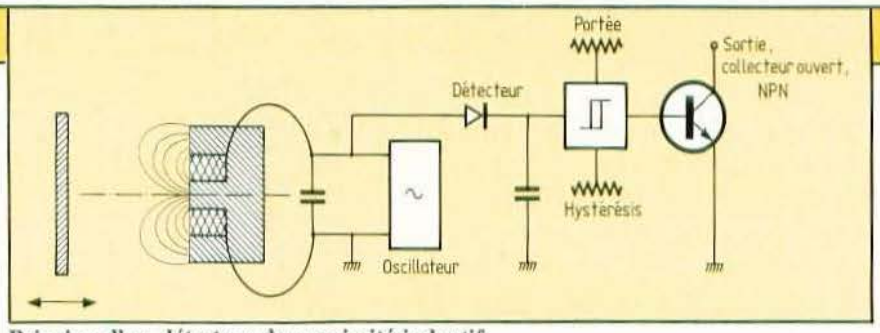
mode de 0,1 mm de diamètre permettent, par exemple, de détecter l'orientation d'un ergot sur une pièce de montre. La technique de la fibre optique a également l'avantage de permettre un placement de la tête optique directement au point de contrôle, en déportant l'électronique. On notera, enfin, qu'une modification de l'implantation du capteur ne se traduira, en général, que par le changement de la fibre associée à son connecteur.

Capteur de proximité inductifs

Le capteur de proximité inductif est certainement l'un des composants ayant le plus marqué l'automatisation. Pratique à utiliser et à installer, statique, donc indifférent à son environnement, il a l'avantage sur le capteur optique de ne pas être affecté par les poussières ni les variations de lumière ambiante. Il utilise le principe de l'oscillateur LC délivrant un signal sinusoïdal d'amplitude constante. L'inductance est conçue de façon à présenter des fuites magnétiques importantes. Un objet métallique conducteur placé dans ce champ le modifie : l'amplitude de l'oscillation décroît et, au-dessous d'un certain seuil, un détecteur entre en service pour signaler que l'amortissement du circuit résonnant a atteint une valeur déterminée. Ce principe permet de détecter différents métaux, leurs caractéristiques magnétiques et électriques déterminant la distance

Caractéristiques typiques de détection d'un capteur inductif.





Principe d'un détecteur de proximité inductif.

maximale de détection (un matériau magnétique concentre les lignes de champ ce qui a pour effet d'augmenter l'atténuation, et donc la distance de détection).

L'inductance est constituée d'un bobinage en forme de demi-pot présentant deux avantages : une portée accrue par rapport à un solénoïde droit et la possibilité d'installer le capteur dans un encastrement métallique sans que la portée soit modifiée de façon sensible. Certains capteurs sont ainsi proposés pour un montage affleurant (portée plus faible), d'autres, au contraire, devront dépasser.

Pratiquement, la portée du capteur de proximité inductif est de l'ordre de la moitié du diamètre du pot ; cette portée, considérée sur une cible de fer doux (A37) peut doubler mais dans ce cas, les conditions externes influencent sensiblement les performances (température, environnement magnétique par exemple).

Bien entendu, le choix de la fréquence de travail joue un rôle important dans la détermination de la distance de fonctionnement. Les détecteurs opèrent à un niveau de puissance très bas et ne peuvent perturber l'environnement. Plusieurs fabricants de composants proposent des produits adaptés à la confection de tels circuits, les circuits intégrés s'adaptant en pratique, à n'importe quel circuit magnétique ; des potentiomètres permettent de contrôler la distance de détection et l'hystérésis (les détecteurs fabriqués en technologie hybride sont ajustés au laser).

La sortie

Deux types de détecteurs de proximité sont commercialisés, ceux à sortie tout ou rien (sortie 0 ou 1) et ceux à sortie analogique dont la fonction de transfert offre plusieurs modes de caractérisation selon qu'il s'agit d'une approche latérale de la cible ou d'une approche frontale. Les fabricants livrent les courbes de variation caractéristiques.

Pour une adaptation optimale selon le milieu les constructeurs proposent des systèmes avec divers modes de sortie : sortie PNP, NPN, sortie en courant pour des détecteurs à deux fils, sortie sur triac, sur transistor à effet de champ pour des détecteurs travaillant directement sous une tension de 220 V (un détecteur de proximité peut commander directement, en général, un relais ou un contacteur). Le détecteur le plus simple à utiliser sera celui à deux fils (on mesure alors une tension aux bornes d'une résistance placée en série avec les fils).

Les détecteurs industriels sont proposés dans des boîtiers répondant à diverses normes (CENELEC), une présentation fréquente étant celle d'un boîtier fileté permettant à la fois le montage dans un trou circulaire (pas d'orientation) et le réglage de position. Diverses tailles (de quelques millimètres de diamètres jusqu'à plusieurs centimètres de diamètre) et formes sont proposées (cylindriques ou parallélépipédiques).

Un grand nombre de ces capteurs, entièrement noyés dans une masse d'enrobage, bénéficient d'une étanchéité parfaite et peuvent donc travailler dans la poussière, dans l'eau (parfois dans les acides) certains constructeurs proposant aussi des modèles conçus pour travaillller sous forte pression. La forme habituelle de ces composants est tubulaire, avec arrivée de la pièce mobile face à la surface sensible. Ils se présentent également sous forme de fourche entre les dents de laquelle la pièce passera (on notera l'analogie avec les fourchettes optiques, plus connues).

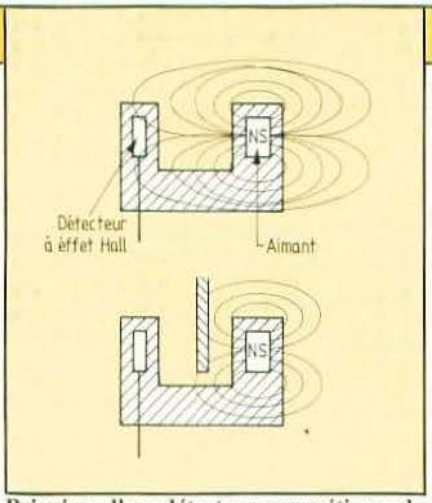
Caractéristiques

Les caractéristiques d'un détecteur de proximité sont mesurées à partir d'une plaquette d'acier A 37 de côté égal au diamètre de la partie sensible ou au triple de la portée nominale, et d'une épaisseur de 1 mm.

La portée nominale définit le composant (n'entrent pas en compte les tolérances de fabrication ou la température). En revanche, la portée utile tient compte des tolérances et de la dérive : elle sera approximativement égale à la portée nominale, à 10% près. La portée de travail recommandée tient compte d'un déplacement accidentel des pièces (jeu) : on devra la prendre égale à 60 % de la portée utile afin de garantir un bon fonctionnement. La reproductibilité caractérise la variation de portée enregistrée après une série de mesure dans des conditions identiques. Pour la course, on peut également définir une courbe d'approche latérale, dotée, comme la courbe frontale, d'une hystérésis. On tiendra compte, enfin, d'une fréquence de commutation maximale mesurée à partir d'un dispositif spécial, d'un temps de retard à l'action ou au relâchement, d'un retard à la disponibilité, c'est-à-dire du temps compris entre la mise sous tension et l'entrée en service du capteur.

Détecteurs capacitifs

Le détecteur capacitif se présente pratiquement sous la même forme que l'inductif. Il est constitué d'un oscillateur couplé à un circuit RC dont la capacité est réalisée par une électrode interne et une électrode constituée par une pièce à la masse. Le diélectrique — le corps à détecter — s'introduit entre la masse et la pièce modifiant ainsi les caractéristiques du condensateur. Cette variation de diélectrique modifie également le coefficient de surtension du condensateur ce qui entraîne soit l'amortissement de l'oscillateur soit son démarrage. Celui-ci sera réglé en fonction du matériau à détecter. Ce type de capteur se révèle sensible à l'humidité ambiante, (humidité risquant de modifier la distancer de détection) et à la nature du diélectrique dont on devra détecter la présence (modification de la portée). Le champ d'utilisation couvre donc les produits isolants : liquides, grains, matières plastiques en film (contrôle de rupture) ou en grains (alimentation de presses à injecter). A noter encore que ces détecteurs peuvent travailler au travers d'une paroi et que la distance de détection atteint plusieurs centimètres.



Principe d'un détecteur magnétique de type «fourche».

Détecteurs magnétiques

Contrairement aux capteurs inductifs (exploitant un champ magnétique alternatif) les détecteurs magnétiques mettent à profit un champ magnétique continu généré par un aimant, un composant de petite taille et peu onéreux dont le seul inconvénient reste son attirance pour la limaille de fer. Plusieurs principes sont exploités pour la réalisation de ces capteurs : celui de la variation de résistance d'un conducteur placé dans un champ magnétique (magnétorésistance) et surtout l'effet Hall, celui-ci bénéficiant de progrès importants en matière d'intégration et de technologie des matériaux semi-conducteurs. Des détecteurs à effet Hall à l'arseniure de gallium présentant une tension de Hall importante et dotés d'un faible coefficient de température (inférieur à celui des capteurs à l'antimoniure d'indium) sont apparus récemment. Ces capteurs sont capables de fonctionner dans une plage de température de — 40 à + 150°C (par exemple à l'intérieur d'un moteur thermique) contre une plage de — 20 à + 90°C pour un détecteur à l'antimoniure d'indium. Ces plages dépendent aussi de l'encapsulage ou du substrat.

Les modes de travail

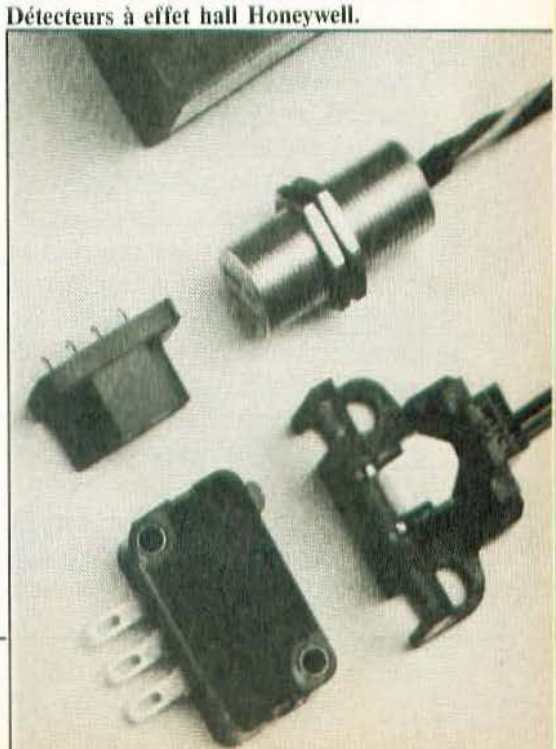
Les circuits intégrés à effet Hall travaillent selon trois modes principaux : tout ou rien unipolaire, tout ou rien bipolaire et mode analogique. En mode tout ou rien, le circuit bascule lorsque l'aimant arrive à une certaine distance du boîtier et revient à son état initial lorsque l'aimant s'éloigne.

Le mode bipolaire possède une mémoire. L'état atteint par le circuit ne change pas quand l'aimant s'éloigne. Pour revenir à l'état initial, on devra approcher le pôle de polarité opposé de la surface sensible du circuit intégré. Ce mode de commande demande donc le passage de deux pôles devant le circuit. Le troisième type, à sortie linéaire ou analogique, délivre un signal proportionnel au flux magnétique le traversant ; sensibilité et point de fonctionnement peuvent être réglés électriquement. Les capteurs à effet Hall ou magnétorésistifs sont des composant linéaires, à variation progressive de la grandeur de sortie. En les associant à des dispositifs à seuil, on les transformera en dispositifs à commutation. En dehors de cette commande par aimant, on peut aussi polariser (magnétiquement) le circuit ce qui permet d'utiliser comme pièce mobile une plaque métallique (magnétique bien sûr), concentrant les lignes de champs et modifiant ainsi l'intensité du flux magnétique dans le circuit intégré (circuit magnétique à réluctance variable).

Applications

Diverses versions industrielles ont vu le jour : détecteurs à fourche, par exemple pour l'allumage automobile dès lors «inusable», détecteurs divers pour les applications industrielles en boîtiers métalliques (aluminium ou laiton) ou plastique à visser dans une paroi, etc. Ces composants intégrés se retrouvent également au niveau des touches de claviers où ils sont appréciés pour l'absence de rebondissement due au principe même mis en œuvre dans ces

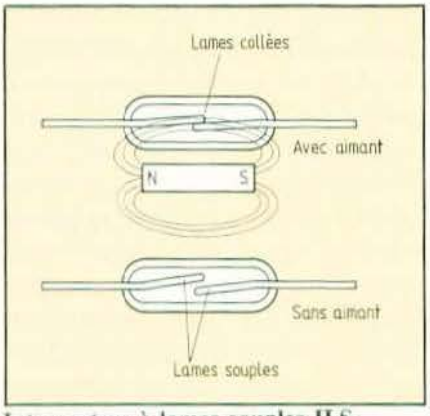
Détecteurs à effet hall Honeywell.



circuits. Leurs surface sensible leur permet en outre une mise en place quasiment universelle et ils peuvent, ainsi, capter des mouvements de très faible amplitude si on les associe à des aimants puissants subminiatures (samarium cobalt). Le fonctionnement entièrement statique de ces dispositifs leur ouvre la possibilité de travailler du continu jusqu'à des fréquences de l'ordre de la centaine de kilohertz.

Performances

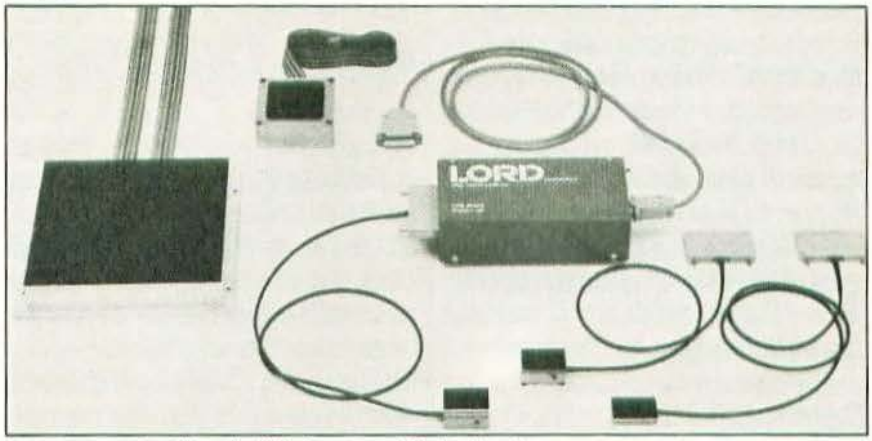
La caractéristique principale du capteur est la valeur de l'intensité du champ magnétique provoquant le passage d'un état à un autre. Bien sûr, la valeur de l'induction magnétique reste corrélée aux caractéristiques de l'aimant mais les distances de détection sont, en général, faibles et subissent des variations dues aux effets thermiques tant sur l'aimant que sur le circuit à effet Hall. On consultera donc



Interrupteur à lames souples ILS.

avec profit les courbes caractéristiques des aimants et la sensibilité des composants commercialisés. Du point de vue alimentaire, les circuits intégrés fonctionnent sous des tensions faibles atteignant une vingtaine de volts lorsqu'un régulateur prend place dans le circuit mais la plupart d'entre eux travaillent sous 5 V, tension disponible dans la majorité des équipements logiques. La consommation est de quelques milliampères et la sortie, pour les modèles tout ou rien, se fait sur des transistors montés en collecteur ouvert. Certains composants conçus pour une utilisation automobile, comportent des circuits de protection éliminant l'influence des surtensions d'alimentation. Le détecteur de proximité peut également prendre la forme d'un interrupteur à lames de métal magnétique qui, sous l'influence d'un champ magnétique externe, vont entrer en contact, les lignes de champ se refermant au travers des conducteurs. Les contacts, étant enfermés dans une ampoule de verre étanche, bénéficient d'une portection totale vis-à-vis de l'atmosphère. Les versions à contacts mouillés au mercure garantissent une absence de rebondissement et une coupure extrêmement rapide. Ces interrupteurs existent en version «simple interrupteur» normalement ouvert (fermeture à l'approche de l'aimant) et, plus rarement, en version «inverseur simple».

Aujourd'hui, on construit des robots industriels dont les organes préhensiles peuvent être équipés de capteurs d'effort qui se contentent, si l'on peut dire, de mesurer selon plusieurs directions la force appliquée en bout de bras. A titre d'exemple simple, citons l'installation possible sur le bras lui-même ou sur le «doigt» d'une pince d'une jauge d'extensométrie : la déformation du levier sera alors traduite électriquement et pourra commander l'arrêt du serrage (notons qu'une mesure du courant de commande du moteur de pince



Les senseurs tactiles du fabricant américain Lord.

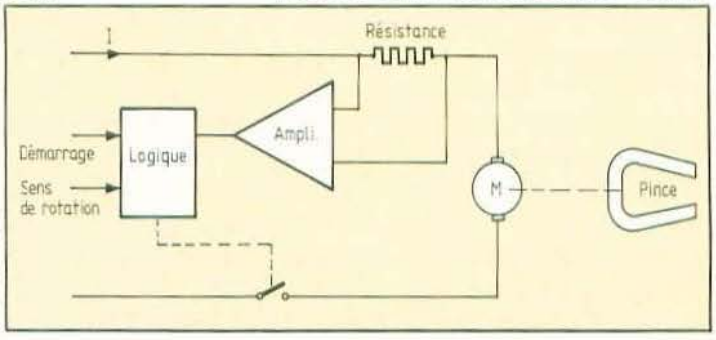
Senseurs tactiles

Le senseur tacile est au robot ce que le toucher est à l'homme. Concevoir un senseur tactile ne relève plus aujourd'hui, de l'utopie : les industriels disposent d'ores et déjà de composants permettant de contrôler les efforts. Ces capteurs, encore méconnus, devraient représenter un marché, sinon égal, du moins comparable à celui de la vision dans les années 90. Certains composants directement utilisables pour cette fonction ont cependant fait leur apparition voici plus de 10 ans maintenant (en 1976, Tecknis présentait au Salon des Composants les élastomères Dynacon sensibles à la pression).

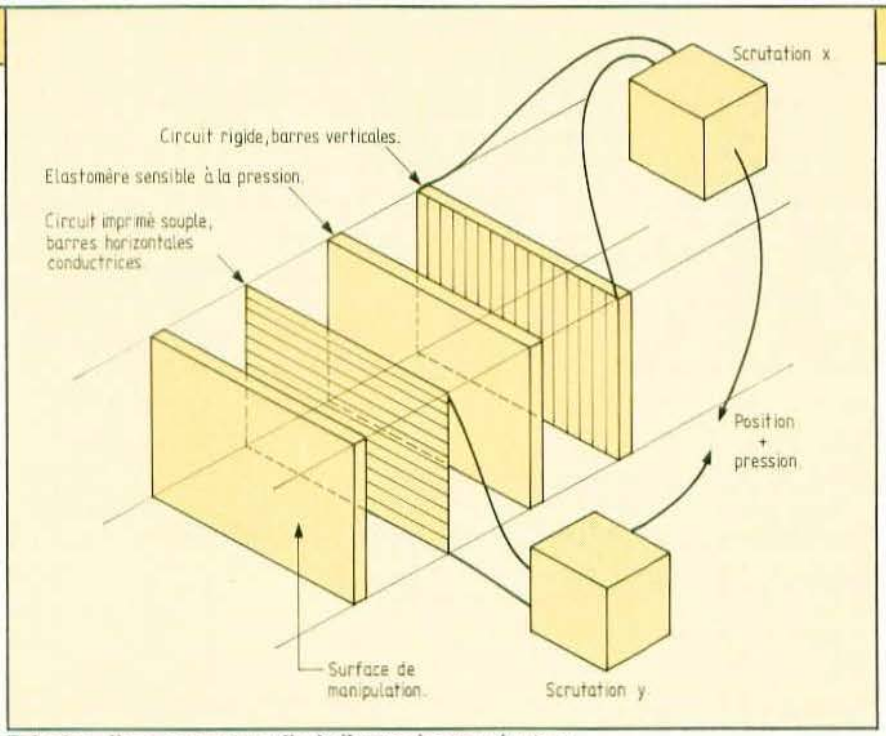
pourrait, indirectement et moyennant quelques restrictions, fournir une information sur l'effort exercé). La mesure d'un effort par simple capteur ne donne aucun renseignement sur la position du point est appliqué la pression ; en revanche, une structure matricielle réalisée en associant plusieurs capteurs peut constituer un système de repérage intéressant en robotique (en particulier pour les opérations d'assemblage) au même titre qu'un senseur matriciel en vision. Plusieurs procédés permettent de constituer des «peaux artificielles» et de détecter ainsi la position et la pression d'un objet sur une surface.

Les élastomères

La technique la plus simple est celle qui met en œuvre des élastomères conduc-



Contrôle d'une pince par détection du courant moteur.



Principe d'un capteur tactile à élastomère conducteur.

teurs, composés de silicone et de particules métalliques. Une pression locale exercée sur le matériau abaisse sa résistance électrique. Un tel matériau doit cependant faire preuve de certaines qualités comme une bonne résistance mécanique et l'absence d'hystérésis. La firme américaine Dynacon qui fabricait de tels élastomères semble avoir, aujourd'hui, abandonnée ses activités.

Les céramiques piézo

Des détecteurs constitués d'une céramique piézo-électrique placée entre deux électrodes métalliques réagissent à la pression en donnant naissance à une tension disponible sur une impédance infinie. Le matériau piézo-électrique se comportant comme un condensateur, on doit l'utiliser avec un amplificateur dit «de charge». Une céramique piézo-électrique peut être plaquée d'électrodes réparties en matrice de façon à permettre une localisation et une quantification de l'effort. Ces céramiques, par leur nature, présentent une rigidité mécanique très élevée, ce qui impose l'interposition entre l'objet et la céramique d'un matériau élastique pas nécessairement conducteur.

Les semi-conducteurs

Une société américaine, Transensory Devices Inc (TDI), s'est spécialisée dans la perception tactile en faisant appel à des capteurs au silicium de faible taille et de profil bas permettant leur installation dans des organes de préhension de dimensions réduites. Ces composants sont disponibles en éléments simples ou en réseau (cette firme propose également des éléments sur mesure) avec leurs systèmes de sortie.

Dans certains cas l'on pourra cependant faire l'économie de matrices, encore très onéreuses, en utilisant des structures à nombre réduit de capteurs, structures permettant néanmoins une reconnaissance du point d'application de la pression (ou centre de gravité d'une zone utile) par l'emploi de plusieurs capteurs (3 ou 5) dont on exploitera les sommes et différences des tensions de sortie (il s'agit là d'un problème relativement simple de décomposition des forces) éventuellement numérisées. Encore peu connu et peu utilisé, le senseur tactile n'en demeure pas moins un composant sans doute riche d'avenir et en tout cas, technologiquement très séduisant. Le toucher et la vision, la corrélation entre ces deux sens, constitueront deux bases sensorielles fondamentales pour les robots de 3e génération. ■

E. Lémery

Type	Optique		Inductif	Capacitif	Magnétique	Ultra son	Fibres optiques	Hyper fréquence	Infra rouge passif
	non modulé	modulé							
Forme	Fourche Réflexion	Barrière Réflexion avec réflecteur Réflexion directe	Approche Fourche	Approche	Approche Fourche	Doppler Amplitude Télémétrique	Barrière Réflexion sur réflecteur Réflecteur directe	Doppler Détection Amplitude	Détection directe
Portée max (*)	quelques mm à 10 cm	30 m à 1 m	quelques mm à 10 cm	quelques cm	1 à 2 cm	10 cm à 10 m	quelques cm	quelques m	quelques m
Fréquence de commutation (**)	10 kHz	1 kHz	1 kHz	1 kHz	100 kHz	20 Hz	1 à 10 kHz	Basse	1 kHz
Matériaux détectés	Opaques, réfléchissants	Opaques, réfléchissants	Conducteurs	Isolants, conducteurs, liquides, pulvérulents	Magnétiques	Tous, sauf absorbants, solides, liquides	Opaques, petits objets	Tous	Corps chauds
Perturbé par (***)	Lumière, poussière	Lumière trop forte poussière	Environnement métallique	Environnement	Champs magnétiques intenses	Bruits Ultra sonores	Lumière trop forte	Réflexion sur masses importantes, vibrations	Eclairage à incandescence

Tableau récapitulatif des domaines d'application des différents types de capteurs. (*) Dépend des dimensions du capteur, de la puissance mise en jeu. (**) Très approximatif ! Indiqué par le constructeur. (***) On prendra les précautions nécessaires pour éviter les perturbations.

SIMULATION

L'automatisation de la production nécessite, et rend possible, la création d'outils de simulation répondant à la flexibilité recherchée

L'étude de la répartition géographique des moyens de productions, et de l'évolution de cette répartition dans le temps, permet de constater, qu'actuellement, on assiste à un transfert des productions de masse dites linéaires des pays industrialisés vers les pays en voie de développement. Un certain nombre d'études ont été menées pour tenter de trouver des explications. Les plus fréquemment avancées, sont le faible coût de la main-d'œuvre dans les pays en voie de développement d'une part, et le fait que les pays dits industrialisés acceptent de vendre des usines clés en mains d'autre part. Cependant, à côté de ces explications de nature économique, interviennent des facteurs sociaux et humains dont l'importance est au moins aussi grande, mais dont l'étude ne relève pas du sujet de cet article. C'est ainsi que, se dessaisissant peu à peu de ces productions linéaires, le Japon, les Etats-Unis et les pays européens se réservent les productions dites non linéaires. Ces nouvelles productions conduisent à des produits de complexité croissante, de qualité de plus en plus élevée et régulière. Ces produits sont destinés à répondre à des demandes variant rapidement et d'une manière parfois imprévisible. En plus de cette redistribution géographique des moyens et des types de production, on observe un certain resserrement du marché ainsi qu'un accroissement des contraintes notamment de nature sociale.

Simultanément à ce changement de paysage de l'appareil de production mondiale, le pouvoir tend à échapper de plus en plus aux dirigeants pour être redistribué à différents acteurs impliqués dans le fonctionnement de l'entreprise. Ces contraintes, de nature très variée, montrent à quel point la conduite des entreprises, et à l'intérieur de celles-ci la conception et la gestion des systèmes de production, doit s'affiner pour assurer leur survie, d'où l'appel de plus en plus grand à l'outil informatique.

En fait, face à cette situation, une solution unique n'existe pas. Il convient d'orienter les recherches dans des directions différentes, mais complémentaires. Une des solutions est à chercher à la fois aux niveaux stratégique et tactique. Dans tous les cas, la simulation est un outil essentiel de cette recherche. Cependant la mise en œuvre d'un système de simulation dans la conception et la conduite d'un processus de production s'accompagne de certaines difficultés.

Mise en place et conduite d'un système de production

Stratégie et tactique

La stratégie d'une entreprise a pour objet le choix du marché, la définition de la part du marché visée et l'inventaire des moyens à mettre en œuvre pour atteindre ces objectifs.

La stratégie, qui intéresse le long terme, nécessite des hypothèses de travail souvent difficiles à justifier car elles s'appuyent sur des perspectives d'évolution future du marché, des contraintes sociales dont certains aspects sont mal ou difficilement prévisibles, des fluctuations de la monnaie, des stratégies de la concurrence, etc. C'est en particulier la stratégie des décideurs de l'entreprise qui fixe le niveau d'automatisation des systèmes de fabrication, ainsi que leur flexibilité.

Le niveau tactique regroupe l'ensemble des moyens qui permettent de faire évoluer au mieux l'entreprise, compte tenu des contraintes externes et internes acceptées au cours de la démarche stratégique, ou non prévues. Ce niveau concerne les court et moyen termes. C'est en particulier à ce niveau que se situe la gestion de la production.

Automatisation, flexibilité et gestion

Il convient de faire une remarque des plus essentielles. En effet, plus le degré d'automatisation de l'appareil de production est élevé, plus la gestion de la production se déplace du niveau tactique vers le niveau stratégique. A la limite, un système entièrement automatisé se charge de la gestion du système en fonction des objectifs affichés par l'utilisateur et échappe ainsi à la contrainte temps réel, laquelle exige l'élaboration d'une décision dans des délais accordés par l'évolution du système. L'automatisation totale implique que la gestion de production ait été pensée au moment de la conception du système, et fasse donc partie intégrante de celui-ci.

Mais une gestion de production établie de manière prévisionnelle exige la connaissance exhaustive des différents états possibles du système et de son environnement. Une telle connaissance sera très sensiblement améliorée par une analyse détaillée du processus, et par la simulation ainsi rendue possible du comportement du système vis-à-vis des facteurs internes et externes qui le régissent. La flexibilité du système se trouve donc limitée. Ainsi, l'automatisation est un choix stratégique qui limite la flexibilité et tend à intégrer la gestion de la production.

A l'opposé, une flexibilité élevée s'accommode au mieux d'automatismes locaux, mais exige un système de gestion sophistiqué, car soumis à la contrainte temps réel dans un environnement complexe. Un tel système de gestion, après une étude détaillée de toutes ses composantes, et des interactions entre ces composantes, peut être confié à un système informatique, en totalité ou seulement partiellement.

Rôle de la simulation

Actuellement, la tendance est, chaque fois que cela est possible, à l'automatisation totale afin de répondre aux contraintes esquissées en introduction. Seuls les systèmes de production qui exigent une flexibilité importante se contentent d'automatismes locaux.

Dans le premier cas, une erreur de conception remet en cause l'ensemble du système, d'où l'importance d'une connaissance aussi complète que possible, dès le stade de la conception, du comportement du système. A l'opposé, un système très flexible fait intervenir un nombre de paramètres trop important pour qu'il soit possible d'élaborer une décision en temps réel. La démarche généralement adoptée consiste donc à appliquer des règles de gestion.

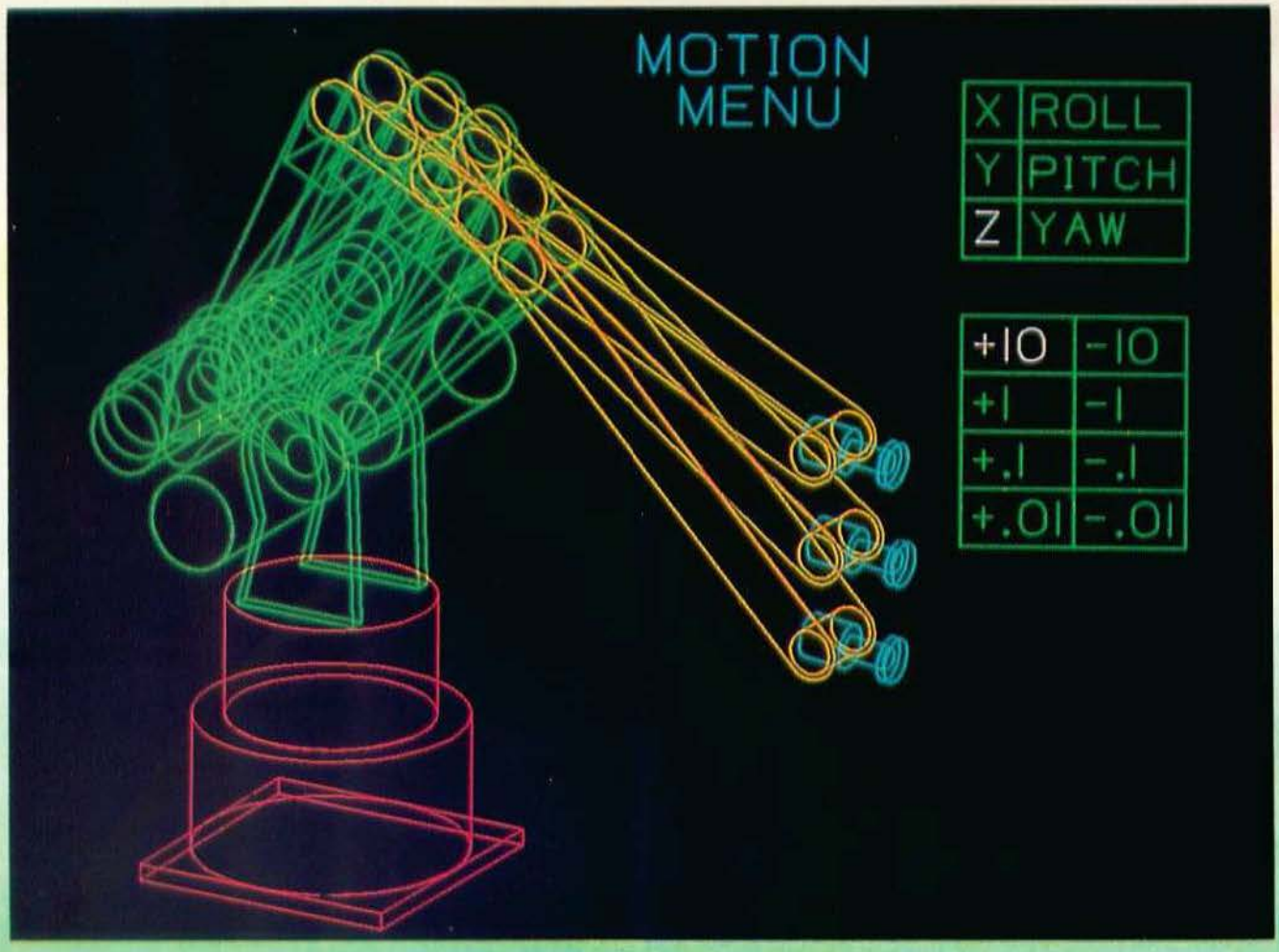
En tout état de cause, une étude préalable et détaillée s'impose. Cependant, dans cette étude, une approche analytique est rarement possible eu égard à la complexité des problèmes et des systèmes de production. La simulation prend alors toute son importance.

Approches des modèles de simulation

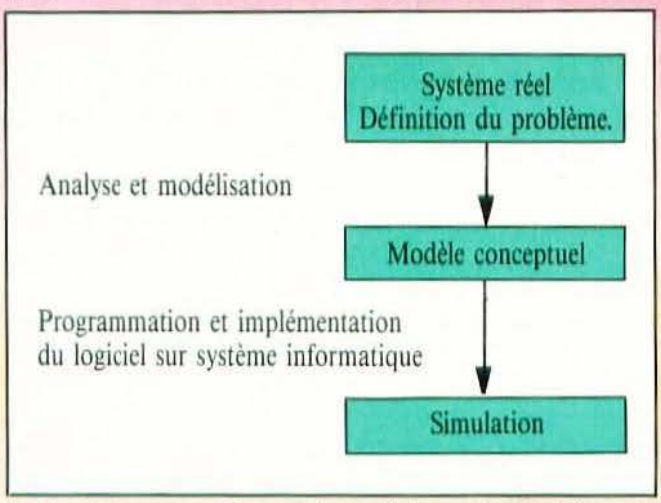
Modélisation ou simulation

L'intérêt croissant porté à la simulation, et suscité en partie par les résultats déjà obtenus, a entraîné l'apparition sur le marché d'un nombre sans cesse grandissant de logiciels. Cette situation s'accompagne du fait que l'accent est trop souvent mis sur l'aspect technique et informatique du logiciel, escamotant ainsi la phase de modélisation du système, indispensable à toute étude préalable, et donc à la conception même du produit.

L'outil de simulation Robot-Sim, de la société Calma, permet aux utilisateurs de travailler en virtuel comme ils le feraient en réel.



En effet, la modélisation et la simulation d'un système constituent deux phases bien distinctes l'une de l'autre, et toutes deux indispensables. La simulation d'un système ne peut se concevoir qu'après la modélisation de son comportement.



La simulation ne consiste pas à reproduire pas à pas, événement par événement, l'évolution de l'état d'un système dans le temps. En fait, cette évolution peut être décrite par des algorithmes, dont certains sont d'ailleurs relativement complexes, dès lors que le système a fait l'objet d'une modélisation. Une telle approche permet, par sa souplesse, une étude plus ou moins détaillée du système, selon le degré de résolution souhaité. Une modélisation de ce type peut donc conduire à une étude structurée et évolutive du système dont on cherche à simuler le comportement.

La description d'un système peut se faire de manières diverses. En effet, le système à simuler peut être décrit par :

— les événements qui se produisent,
— les actions à effectuer,
— les processus rencontrés au cours de l'évolution du système.

Approche par événements

C'est l'approche de base, dans laquelle le système est décrit par les événements qu'il produit. Dans cette approche, l'analyse du système permet de répertorier les différents événements qui sont susceptibles d'apparaître au cours de l'évolution du système. A la suite de cette analyse, un modèle, écrit sous forme d'algorithmes, traduit la logique qui régit les changements d'états du système. A chaque étape, sont précisés les conditions dans lesquelles se trouve le système, ainsi que les événements ou changements d'états correspondants.

Cette modélisation est si nécessaire qu'elle doit être représentée sous forme graphique, avant et pendant sa mise en algorithmes. Une telle représentation permet une compréhension plus globale, dépouillée de certains détails non nécessaires à l'élaboration de la logique de changement d'états qui régit le système.

Après cette phase de modélisation, l'étude du comportement dynamique du système peut commencer. Cette étude consiste à faire exécuter le logiciel, dans l'ordre chronologique des logiques de changements d'états associés au système. Le plus souvent, la méthode utilisée pour cette étude systématique est celle du prochain événement.

Approche par activités

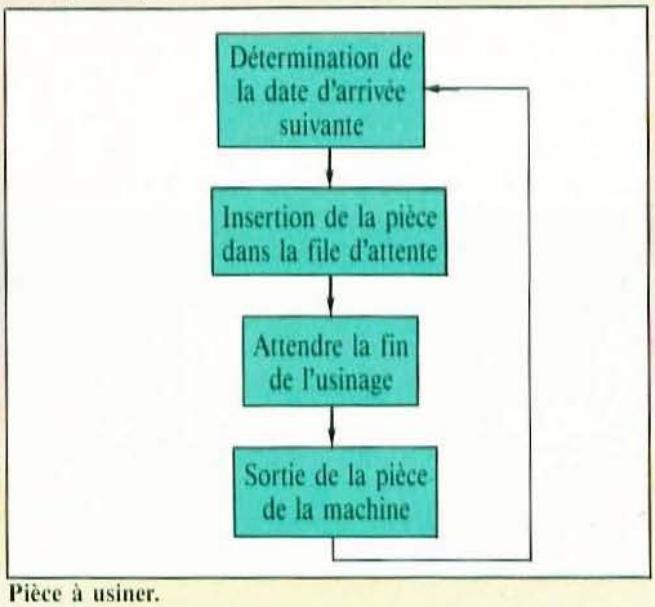
Dans ce type d'approche de la modélisation, le système est utilisé pour faire l'inventaire des différentes activités susceptibles d'être rencontrées au cours du fonctionnement du système.

A chaque étape, sont examinées les conditions pour commencer ou terminer une activité. Alors, si toutes les conditions sont satisfaites, le changement d'état dû à cette activité a lieu. Ainsi, toutes les activités, à chaque étape sont examinées, permettant l'étude de toutes les combinaisons et interactions possibles de ces activités au cours du déroulement du processus.

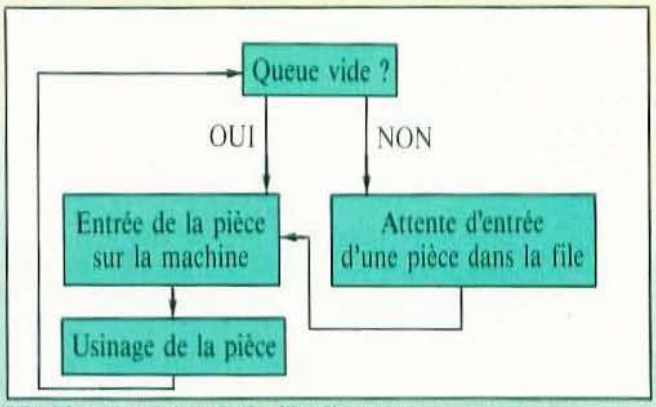
Approche par processus

Cette approche est la plus couramment utilisée dans les langages de simulation destinés à la gestion de processus de production automatisée. Dans ce type d'approche, la description du système par les événements et les changements d'états relative à des événements prédéterminés ou processus. Evidemment, les processus étudiés sont ceux qui seront reproduits un grand nombre de fois dans le système de fabrication.

Exemple de processus

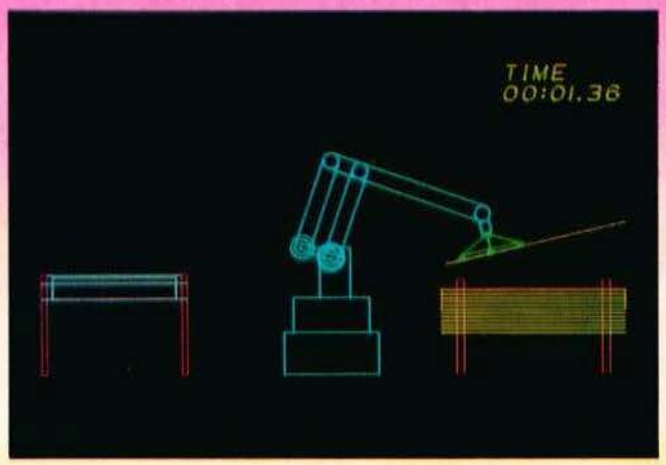


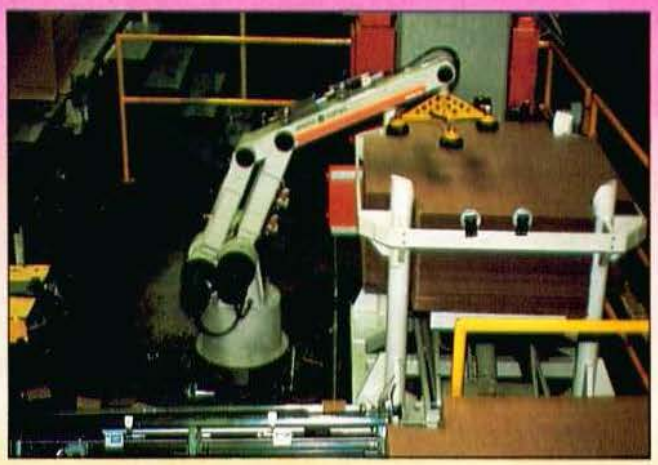
Pièce à usiner.



Machine et gestion de la file d'attente.

La modélisation d'un système, outre la définition des processus qui composent ce système, nécessite la description du fonctionnement du système complet avec, en particulier, l'étude du cheminement des pièces à travers les différentes unités d'usinage.





On peut voir ici une opération robotisée de déchargement et sa représentation simulée (Calma).

Les langages de simulation

Après la phase d'analyse du problème, et la modélisation, il s'agit de concevoir un produit informatique constitué par le logiciel de simulation. Pour mener à bien cette phase, plusieurs voies sont possibles, parmi lesquelles :
— les modèles et simulation dédiés,
— l'utilisation de langages de simulation.

Modèles et simulation dédiés

Ce type de solution consiste à écrire, dans un langage informatique non spécialisé dans les problèmes de simulation, le logiciel de simulation. Cette solution est envisagée lorsque le modèle et la simulation s'adressent à un type de production très bien défini. Dans ce cas, l'adaptation du logiciel à la nature du système étudié se fait en introduisant de nouvelles données numériques. L'avantage de tels logiciels est leur facilité d'utilisation par un non-informaticien. Cependant, ce type de logiciel est trop spécifique pour pouvoir être utilisable dans tous les systèmes rencontrés.

Langages de simulation

Ce second type d'outil utilisé pour l'écriture de logiciels de simulation, constitue, en fait, une solution intermédiaire entre les programmes de simulation dédiés , trop spécifiques, et les langages de programmation, non spécialisés dans le traitement de la simulation. Grâce à ces langages de simulation, la réalisation de logiciel de simulation est rendue relativement facile. En effet, on peut, dans le domaine de la simulation, dégager un certain nombre de concepts et d'opérations élémentaires nécessaires à la conception de tels logiciels. C'est ainsi que, durant les années 60, un certain nombre de langages spécialisés dans les simulations à événements ont été développés et améliorés depuis.

Les approches par simulation

Simuler un système de fabrication, c'est créer une image dynamique de ce système, généralement dans le but d'étudier son comportement vis-à-vis, en particulier, des facteurs internes et externes dont les interactions sont susceptibles de faire évoluer le système. Toutefois un système est le plus souvent représenté par plusieurs images qui dépendent du niveau où l'étude se place, et de l'usage souhaité du système de simulation.

Une simulation est d'autant plus fine, c'est-à-dire proche du comportement réel du système de production qu'elle représente, que les hypothèses formulées *a priori* sur le comportement du système de production étudié sont réduites. Une des explications est la confusion fréquente entre le comportement des systèmes informatiques et celui des systèmes de production. Alors que les premiers, du fait de leur nature s'accommodent fort bien d'une modélisation faisant intervenir la théorie des files d'attente, les seconds présentent des particularités plus difficiles à faire entrer dans le cadre de la théorie, surtout lorsqu'il s'agit d'ateliers à faible débit. De plus, l'informatique se contente souvent d'un comportement moyen, alors que la gestion s'attache à identifier des situations marginales, surtout quand celles-ci ont des incidences non négligeables sur les coûts de production.

On comprend ainsi aisément qu'une démarche de simulation qui ne fait aucune hypothèse *a priori* sur le comportement du système sera longue à mettre en œuvre et relativement lente à l'exécution. Elle fournira alors des renseignements sur le détail du fonctionnement du système. Les avantages et inconvénients des simulations fines ou en moyenne sont représentés dans le tableau ci-dessous :

	Simulation fine (par événements)	Simulation en moyenne
Résultats	détaillés	en moyenne
Mise en œuvre	lente	rapide
Exécution	lente	rapide
Utilisation du logiciel	aisée	complexe

Parmi ces résultats, on peut remarquer que l'utilisation d'un logiciel par la simulation par approche en moyenne est assez complexe. En effet, dans ce type d'approche, le logiciel est conçu de façon générale, et exige donc un effort important d'adaptation au cas de simulation étudiée. L'exécution de ce type de logiciel est en partie ralentie par le fait qu'il est nécessaire de fournir des données permettant de préciser les particularités du système

étudié. En revanche, dans le cas d'une approche par événements, le logiciel est conçu et développé spécifiquement pour le système de production étudié, l'utilisation du logiciel ne peut en être que facilitée.

La simulation par événements

Le propos de ce paragraphe est d'étudier la démarche qui, commençant par la définition puis l'analyse du problème, se poursuit par la mise au point d'un logiciel et des résultats des simulations effectuées, pour se terminer par des conclusions sur le problème posé initialement.

Analyse du problème

L'analyse du problème susceptible de faire l'objet d'un logiciel de simulation répond à plusieurs objectifs :

— Que devra produire le système ?

— Quelles sont les contraintes qui s'exercent sur son fonctionnement ?

— Quels sont les moyens disponibles et leurs caractéristiques ?

— Quels sont les critères qui permettent de décider du bon fonctionnement du système ?

— Etc.

La question relative à la production du système est assez simple, bien que, à ce stade, les réponses soient assez difficiles à formuler. En effet, au cours de cette phase, seules les informations concernant les transformations à faire subir aux produits au cours du processus de fabrication sont bien établies. En revanche, on ne connaît pas avec précision les transformations qui vont s'ajouter aux gammes existantes à court et moyen terme, ni même les produits nouveaux qui risquent d'apparaître. Or le système de production doit présenter une flexibilité suffisante pour être capable d'intégrer ces modifications sans provoquer une redéfinition complète du système lui-même.

Ainsi, certaines contraintes qui s'exercent sur le fonctionnement du système restent, elles, assez imprécises. L'objectif est évidemment de respecter les délais tout en perdant un minimum de temps lors de changements d'outils par exemple. Mais que décider lorsque des changements d'outils fréquents sont seuls capables de faire respecter les délais ? Ainsi se pose le problème de l'utilisation des machines et de l'ordonnancement du système de fabrication. Les questions relatives à ce type de problème restent d'ailleurs, à ce jour, sans véritable réponse satisfaisante.

En effet, le plus souvent, l'utilisation des outils de production ne fait l'objet d'aucune étude systématique pendant le fonctionnement réel de ces machines lors d'un processus de fabrication, sur le comportement du système. Une telle étude permettrait de dresser des résultats statistiques dont l'exploitation serait précieuse au cours de la phase d'analyse des futurs processus de fabrication. Le plus souvent, il existe bien des informations sur le comportement du système, mais elles concernent un ensemble de machines liées dans un système figé, alors que le nouveau processus de fabrication nécessite peut-être l'utilisation de ces mêmes machines, mais dans un tout autre contexte.

Enfin, les critères permettant de juger du bon comportement du système, sont souvent mal ressentis par l'utilisateur. En effet, ces critères s'expriment sous forme de coûts, dont la valeur est souvent difficile à établir. Tout le problème est donc de définir les caractéristiques d'un système de fabrication dont les produits à usiner, ainsi que les machines utilisées à court ou moyen terme sont mal connus. Ce manque d'information est trop souvent la règle générale.

L'un des premiers rôles de l'étude sera de provoquer, au sein de l'entreprise, la prise de conscience de cette insuffisance, et si possible, de palier cette carence de l'information. Ce peut être le cas en étudiant de façon systématique les pannes des machines dans un système de fabrication. Une telle étude permettra ensuite une meilleure évaluation des coûts relatifs aux défaillances du matériel de production.

Toutefois, un certain nombre d'informations restent très difficiles, voire impossibles à obtenir. Dans ce cas, il n'est pas envisageable de concevoir un logiciel pour chaque combinaison possible de ces inconnues. Alors, ces facteurs dont la valeur est inconnue sont considérés comme des paramètres du système, paramètres que l'utilisateur du logiciel pourra faire varier lors d'une simulation.

De cette façon, peuvent être ainsi appréhendées la valeur et la nature de certains coûts, au fur et à mesure des simulations, alors que l'analyse du système n'avait pas permis de le faire. De plus, les simulations permettent de mettre en évidence des hypothèses erronnées ou incohérentes, ou des résultats particuliers dont la généralisation trop hâtive aurait pu conduire à des conclusions fâcheuses sur le comportement du système de production. De telles remarques, formulées pendant les toutes premières simulations, conduisent souvent à reconsidérer la phase d'analyse et par conséquent, à des modifications plus ou moins importantes du logiciel de simulation, puisque la version initiale de ce logiciel n'est plus apte à représenter le système de production.

L'analyse du problème amène donc souvent une meilleure connaissance du problème lui-même, et du fonctionnement de l'entreprise. Dans des cas limites, cette analyse peut même entraîner une redéfinition du problème, tant les caractéristiques initiales étaient mal ou pas connues.

Le logiciel

La seconde phase consiste, à partir des résultats de l'analyse, à construire une représentation dynamique du système.

Les règles de gestion

Le choix des règles de gestion est un problème assez délicat, car encore nouveau pour la plupart des utilisateurs. Dans la pratique, un processus de planification, parfois incomplet, est mis en œuvre. Par exemple, on peut très bien ne définir que les règles relatives à la charge hebdomadaire du système de production, laissant ainsi le soin aux personnes de l'entreprise de corriger au moment de définir les conditions réelles dans lesquelles le système évoluera.

Une autre approche consiste à contraindre le problème de façon à ne conserver qu'un nombre réduit de possibilités. Ainsi, la simu-

lation du comportement du système permettra de dégager assez rapidement des règles de production, dont les plus générales sont les suivantes :

— Gestion de pile. Le premier arrivé est le premier servi.

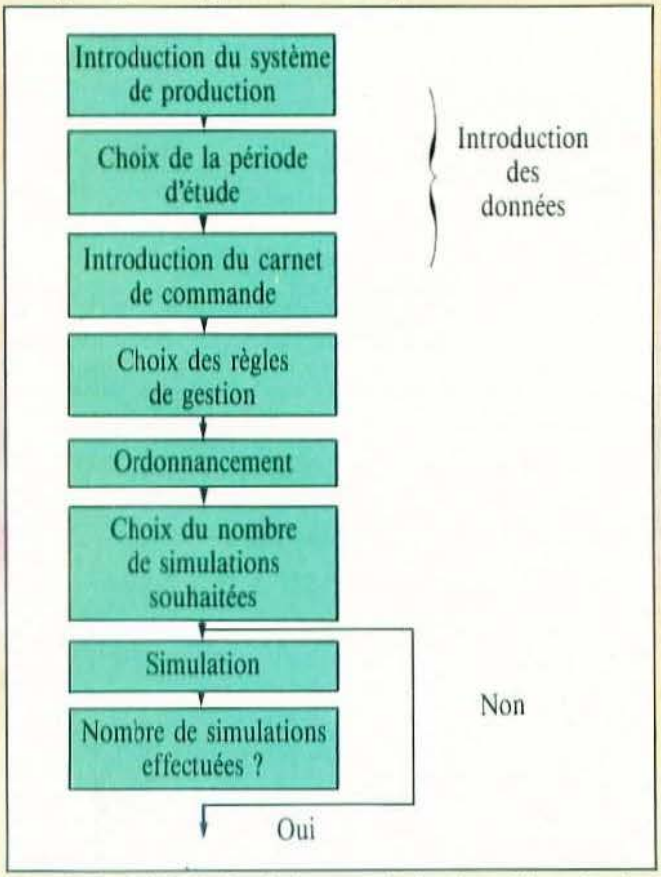
— Gestion de priorité. Les commandes les plus prioritaires sont gérées les premières..

— Gestion de la fabrication des produits en fonction de la charge des machines.

Cependant, ces règles d'ordre général doivent être modulées en fonction des contraintes spécifiques du système, par exemple pour limiter le nombre de changement d'outils.

Planification et simulation

Le logiciel peut se présenter de la façon suivante :



Dans les logiciels de simulation actuels, la phase d'introduction des données s'est considérablement améliorée par rapport aux premiers systèmes de simulation de processus de production grâce, en particulier, à la constitution de véritables bibliothèques de machines et de gammes de production.

L'introduction des règles de gestion est réalisée par l'utilisateur, de plus en plus, en mode conversationnel.

La phase d'ordonnancement permet de définir les tâches à partir des règles de gestion et des caractéristiques de machines.

La phase de simulation donne des réalisations possibles, compte tenu des règles de gestion, et des hypothèses de pannes formulées par le système à partir des résultats de l'analyse du problème.

La simulation présente enfin les conséquences prévisibles des réalisations proposées, des configurations engendrées par l'exécution du logiciel de simulation.

Les résultats obtenus

La simulation de processus de fabrication aboutit à des résultats très détaillés. A chaque niveau de transformation, à chaque phase d'usinage, pour chaque machine, le temps de passage de chaque produit intervenant dans le processus de fabrication est obtenu, ainsi que la valeur du temps nécessaire aux différents changements d'outils. Mais à ce stade, l'utilisateur se trouve devant une masse assez importante d'informations, relatives à différentes configurations possibles du système de fabrication, qui doivent permettre une prise de décision, rendue souvent difficile par des informations contradictoires fournies par les différentes simulations.

C'est ainsi que des efforts sont déployés pour permettre une bonne exploitation de cette foule d'informations, notamment par l'établissement de valeurs moyennes relatives :

— au temps moyen, pour chaque machine, de fonctionnement et d'utilisation, temps de changement d'outil inclus,

— le temps moyen de dépassement des délais estimés.

Ainsi, la simulation par événements conduit-elle à des résultats moyens, comme dans l'approche par moyenne. Enfin, à chaque aspect du processus de fabrication ainsi simulé, un coût est associé, afin de chiffrer globalement telle ou telle configuration du système. Cependant, les interprétations de ces résultats se révèlent parfois insuffisantes.

De cette étude, on peut en particulier conclure que la simulation de processus de fabrication est au moins aussi importante par les résultats qu'elle fournit, que par l'analyse du système qu'elle suscite. En effet, la simulation semble être actuellement l'une des rares techniques qui réclame une telle connaissance approfondie du système. Cependant, les résultats délivrés par la simulation de processus de fabrication restent souvent très abondants, et donc difficiles à exploiter. Ainsi, la simulation doit être considérée comme un outil d'apprentissage du comportement du système vis-à-vis des différents éléments qui le régissent, mais aussi comme une aide à l'analyse. Cela implique une conception très modulaire du logiciel de simulation, modularité qui permet de prendre en compte des remarques des utilisateurs, mais aussi des règles nouvelles de gestion. Cette modularité a suscité le développement et la définition de langages de simulation, qui ne sont que des compromis entre la facilité d'utilisation et de modification du logiciel et la nécessité de ne pas tenir compte des hypothèses *à priori,* propres au système dont on souhaite étudier le comportement. Enfin, les utilisations sur le site de ce type de logiciel tendent à montrer la nécessité d'une recherche d'une méthodologie d'approche des systèmes de production. Cette recherche, associée à une normalisation, devrait permettre, entre autres, une meilleure intégration de l'approche par simulation dans la mise en place et la conduite d'un processus de fabrication. ■

Dominique Chaniat

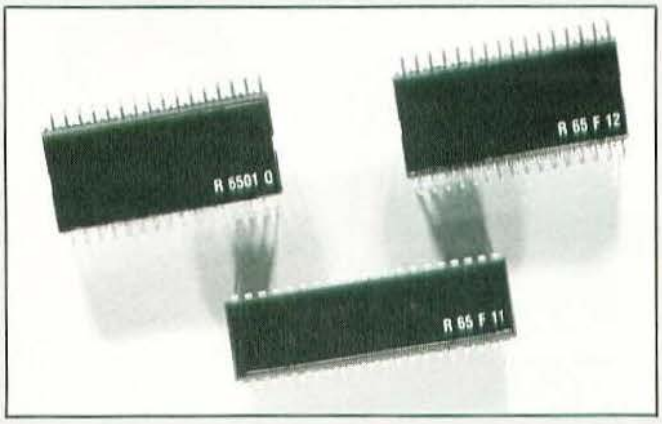
Microcalculateur FORTH

ROCKWELL

INDUSTRIELS DE LA ROBOTIQUE

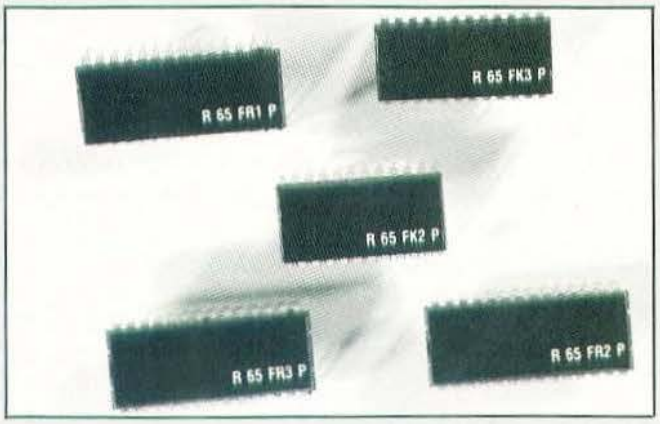
Le langage **FORTH** pour **ETENDRE** et **SIMPLIFIER**
VOS REALISATIONS

R 6501 Q R 65 F11 R 65 F12



EN UN SEUL BOITIER

Microcalculateur FORTH
CPU 6502 avec jeu d'instructions étendu
192 octets de RAM
16 à 40 lignes E / S bidirectionnelles
2 compteurs 16 bits programmables
1 port série asynchrone
Alimentation mono-tension : 5 V



CIRCUITS ROM DE DEVELOPPEMENT

Toute une gamme adaptable à vos applications.

R 65 FR1 P : dévelpt pour 65 F11 ou F12
R 65 FR2 P, R 65 FR3 P : dévelpt avec 6501 Q microcalculateur avec 6501 Q
R 65 FK2 P, R 65 FK3 P : noyau FORTH en ROM pour dévelpt avec 6501 Q

Exemple d'application : voir MICRO et ROBOTS numéros 11 et 12

Documentation complète sur demande

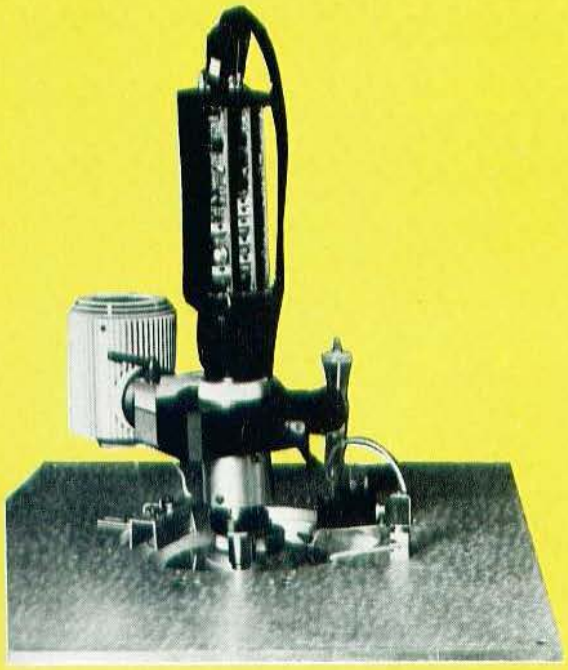
ERN

COMPOSANTS ET MATERIELS ELECTRONIQUES
237, rue Fourny - Z.A. de Buc - 78530 BUC
Tél. : (3) 956.00.11 - Télex : 698 627 F

Rockwell

Service lecteur : cerclez 255

Une Société Française la S.I.I.



Un Défi Informatique

Une Révolution en Bactériologie

L'analyse en Temps Réel

La bactériologie aujourd'hui, utilisant la technique pasteurienne, ne permet de fournir des résultats que 48 heures après le prélèvement.
Les industriels du lait pour évaluer la qualité, soit de la matière première, soit des produits finis ont besoin d'obtenir des résultats en temps réel.
MICROCOMPTA en utilisant des techniques connues : coloration, fluorescence, reconnaissance de forme, met en évidence par exemple l'évolution d'une population bactérienne en quelques minutes.

MICROCOMPTA

S.I.I

65-67, Bd Gambetta - 06000 - NICE - Tél. : (93) 96.25.96.

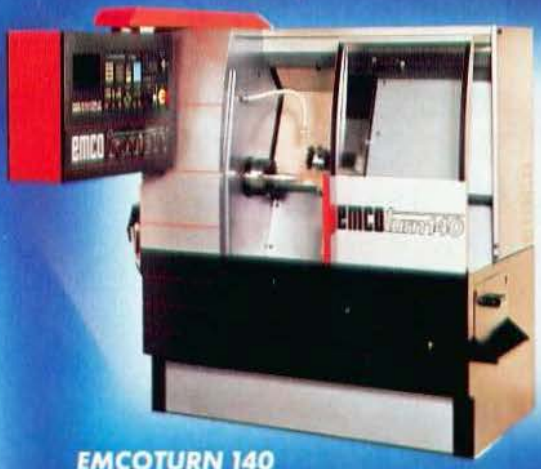
Service lecteur : cerclez 258

UN PROGRAMME D'AUJOURD'HUI POUR REPONDRE AUX EXIGENCES DE DEMAIN.

COMPACT 5 CNC

SCORBOT ER 111

F1 CNC



EMCOTURN 140

Les exigences d'automatisation de la production ont largement développé l'application de la commande numérique et de la robotique dans l'univers industriel. Aujourd'hui il est essentiel que les programmes de formation soient adaptés à la demande de notre temps, afin de répondre aux exigences de demain et ainsi maintenir à son plus haut niveau le système éducatif de notre pays.

C'est pourquoi LUX propose toute une gamme de machines-outils à commande numérique parfaitement adaptée au système éducatif et aux exigences pédagogiques d'aujourd'hui : tours de précision, robot à programmation... Chaque machine-outil LUX à commande numérique est conçue pour former les techniciens de demain.

Service lecteur : cerclez 259

LUX INTERNATIONAL
ZI la Marinière
CE 1 333 - 91032 EVRY
Tél. (6) 077.93.25

LE MICRO-CONTROLEUR 68705

Utiliser un monochip c'est pouvoir gérer, avec élégance, une application spécifique : le 68705 s'y prête bien

2e PARTIE

Nous vous avons présenté, dans notre précédent numéro, les divers modes d'adressage ainsi que les registres internes du 68705 : nous allons aujourd'hui passer en revue les instructions dont dispose ce circuit. Un prochain article sera ensuite consacré à la description des fonctions des divers registres des circuits périphériques. La présentation du jeu d'instruction d'un microprocesseur étant en général lassante et volumineuse (en nombre de pages) nous avons adopté la démarche suivante qui nous semble être la meilleure : les instructions seront proposées par ordre alphabétique avec une brève description de leur fonction. Leur codage, les modes d'adressage utilisables et leur action sur les bits du registre d'état (le CCR) sont, quant à eux, contenus dans plusieurs tableaux synthétiques qui complètent cet article. Lorsque vous aurez vu le rôle de chaque instruction, ce sont ces tableaux et eux seuls que vous utiliserez car ils contiennent en fait toutes les informations utiles. Afin de minimiser le risque d'erreurs typographiques et pour conserver à cet article toute son utilité, nous avons reproduit les tableaux précités par photocopie directe à partir du manuel de programmation d'origine en langue anglaise ; les mots

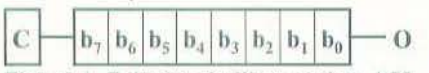


Figure 1. Principe de l'instruction ASL.

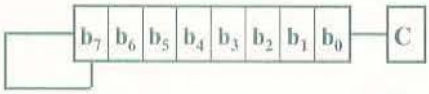


Figure 2. Principe de l'instruction ASR.

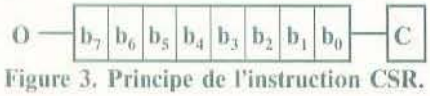


Figure 3. Principe de l'instruction CSR.

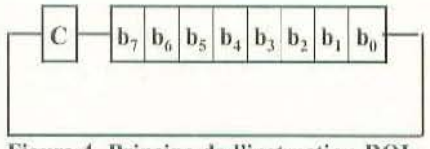


Figure 4. Principe de l'instruction ROL.

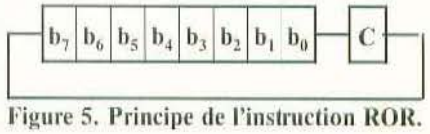


Figure 5. Principe de l'instruction ROR.

anglais y apparaissant ne vous poseront cependant aucun problème car ils ont été explicités le mois dernier en ce qui concerne les modes d'adressage et, ci-après, pour ce qui est du jeu d'instruction.

Dans les explications qui suivent, le terme opérande signifie la donnée manipulée ou utilisée par l'instruction compte tenu du mode d'adressage utilisé.

— ADC - Add with carry - Addition avec retenue

Ajoute le contenu de l'accumulateur A avec l'opérande et le bit C du CCR et place le résultat dans A.

— ADD - Add - Addition

Ajoute le contenu de l'accumulateur A avec l'opérande et place le résultat dans A.

— AND - And - Et logique

Réalise un ET logique bit à bit entre le contenu de l'accumulateur A et place le résultat dans A.

— ASL - Arithmetic shift left - Décalage arithmétique à gauche.

Décale tous les bits de l'opérande d'une position vers la gauche selon le schéma de la figure 1. Ceci équivaut à une multiplication de l'opérande par 2.

— ASR - Arithmetic shift right - Décalage arithmétique à droite.

Décale tous les bits de l'opérande d'une position vers la droite selon le schéma de la figure 2.

— BCC - Branch if carry clear - Branchement si la retenue est nulle.

Effectue un saut à l'adresse spécifiée (en adressage relatif uniquement) si le bit C du CCR est nul.

— BCLR n - Bit clear bit n - Mise à zéro du bit n.

Met à zéro le bit n (où n est compris entre 0 et 7, 7 étant le numéro du bit de poids fort) de l'opérande ; les autres bits de cet opérande ne sont pas affectés.

— BCS - Branch if carry set - Branchement si la retenue est à 1.

Effectue un saut ou branchement à l'adresse spécifiée (adressage relatif uniquement) si le bit C du CCR est à 1.

— BEQ - Branch if equal - Branchement si égal.

Effectue un saut ou branchement à l'adresse spécifiée (adressage relatif uniquement) si le bit Z du CCR est à 1. Après une opération de comparaison ou de soustraction, cette instruction provoque un branchement si les nombres comparés son égaux ou si la soustraction a eu un résultat nul.

— BHCC - Branch if half carry clear - Branchement si demi-retenue à 0.

Effectue un saut ou branchement à l'adresse spécifiée (adressage relatif uniquement) si le bit H du CCR est à 0.

— BHCS - Branch if half carry set - Branchement si demi-retenue à 1.

Effectue un saut ou branchement à l'adresse spécifiée (adressage relatif uniquement) si le bit H du CCR est à 1.

— BHI - Branch if higher - Branchement si plus grand. Effectue un saut ou branchement à l'adresse spécifiée (adressage relatif uniquement) si les bits C et Z du CCR sont à 0 simultanément. Après une instruction de comparaison, le branchement aura lieu si le contenu de l'accumulateur A est plus grand (d'où le nom de l'instruction) que l'opérande.

— BHS - Branch if higher or same - Branchement si plus grand ou égal.

Même principe que pour BHI ci-avant mais cette fois-ci le branchement a lieu si le contenu de A est supérieur ou égal à l'opérande.

— BIH - Branch if interrupt line high - Branchement si la ligne d'interruption est au niveau haut.

Teste l'état de l'entrée d'interruption INT du 68705 et effectue un branchement à l'adresse spécifiée (adressage relatif uniquement) si cette ligne est au niveau haut.

— BIL - Branch if interrupt line low - Branchement si la ligne d'interruption est au niveau bas.

Même principe que BIH mais le branchement a lieu si la ligne est au niveau bas.

— BIT - Bit test memory with accumulator - Test bit à bit de la mémoire et de l'accumulateur.

Effectue un ET logique entre le contenu de l'accumulateur A et l'opérande et positionne les bits du CCR en fonction du résultat. Ni l'accumulateur ni l'opérande ne sont modifiés par cette opération qu'il ne faut donc pas confondre avec un AND.

— BLO - Branch if lower - Branchement si inférieur.

	Addressing Modes										Condition Codes				
Mnemonic	Inherent	Immediate	Direct	Extended	Relative	Indexed (No Offset)	Indexed (8 Bits)	Indexed (16 Bits)	Bit Set/ Clear	Bit Test & Branch	H	I	N	Z	C
ADC		X	X	X		X	X	X			Δ	•	Δ	Δ	Δ
ADD		X	X	X		X	X	X			Δ	•	Δ	Δ	Δ
AND		X	X	X		X	X	X			•	•	Δ	Δ	•
ASL	X		X			X	X				•	•	Δ	Δ	Δ
ASR	X		X			X	X				•	•	Δ	Δ	Δ
BCC					X						•	•	•	•	•
BCLR									X		•	•	•	•	•
BCS					X						•	•	•	•	•
BEQ					X						•	•	•	•	•
BHCC					X						•	•	•	•	•
BHCS					X						•	•	•	•	•
BHI					X						•	•	•	•	•
BHS					X						•	•	•	•	•
BIH					X						•	•	•	•	•
BIL					X						•	•	•	•	•
BIT		X	X	X		X	X	X			•	•	Δ	Δ	•
BLO					X						•	•	•	•	•
BLS					X						•	•	•	•	•
BMC					X						•	•	•	•	•
BMI					X						•	•	•	•	•
BMS					X						•	•	•	•	•
BNE					X						•	•	•	•	•
BPL					X						•	•	•	•	•
BRA					X						•	•	•	•	•
BRN					X						•	•	•	•	•
BRCLR										X	•	•	•	•	Δ
BRSET										X	•	•	•	•	Δ
BSET									X		•	•	•	•	•
BSR					X						•	•	•	•	•
CLC	X										•	•	•	•	0
CLI	X										•	0	•	•	•
CLR	X		X			X	X				•	•	0	1	•
CMP		X	X	X		X	X	X			•	•	Δ	Δ	Δ
COM	X		X			X	X				•	•	Δ	Δ	1
CPX		X	X	X		X	X	X			•	•	Δ	Δ	Δ

Même principe que BHI mais le branchement a lieu si le contenu de A est inférieur à l'opérande.

— BLS - Branch if lower or same - Branchement si inférieur ou égal.

Même principe que BHS mais le branchement a lieu que si le contenu de A est inférieur ou égal à l'opérande.

— BMC - Branch it interrupt mask is clear - Branchement si le masque d'interruption est à 0.

Effectue un saut ou branchement à l'adresse spécifiée (adressage relatif uniquement) si le bit I du CCR est à 0.

— BMI - Branch if minus - Branchement si négatif.

Effectue un saut ou branchement à l'adresse spécifiée (adressage relatif uniquement) si le bit N du CCR est à 1. Après une soustraction, cette instruction cause un branchement si le résultat de la soustraction est négatif.

— BMS - Branch if interrupt mask set - Branchement si le masque d'interruption est à 1.

Même principe que BMC mais le branchement a lieu si le bit I du CCR est à 1.

— BNE - Branch if not equal - Branchement si différent.

Effectue un saut ou branchement à l'adresse spécifiée (adressage relatif uniquement) si le bit Z du CCR est à 0.

— BPL - Branch if plus - Branchement si positif.

Effectue un saut ou branchement à l'adresse spécifiée (adressage relatif uniquement) dans tous les cas.

— BRCLR n - Branch if bit n is clear - Branchement si le bit n est à 0.

Effectue un saut ou branchement à l'adresse spécifiée (adressage relatif uniquement) si le bit n (n compris entre 0 et 7, 7 étant le numéro du bit de poids fort) de l'opérande est à 0.

— BRN - Branch never - Ne branche jamais.

N'effectue aucune opération, le programme continue normalement. Cette instruction est l'équivalent d'un NOP mais de durée plus longue.

— BRSET n - Branch if bit n is set - Branchement si le bit n est à 1.

	Addressing Modes										Condition Codes				
Mnemonic	Inherent	Immediate	Direct	Extended	Relative	Indexed (No Offset)	Indexed (8 Bits)	Indexed (16 Bits)	Bit Set/ Clear	Bit Test & Branch	H	I	N	Z	C
DEC	X		X			X	X				•	•	Δ	Δ	•
EOR		X	X	X		X	X	X			•	•	Δ	Δ	•
INC	X		X			X	X				•	•	Δ	Δ	•
JMP			X	X		X	X	X			•	•	•	•	•
JSR			X	X		X	X	X			•	•	•	•	•
LDA		X	X	X		X	X	X			•	•	Δ	Δ	•
LDX		X	X	X		X	X	X			•	•	Δ	Δ	•
LSL	X		X			X	X				•	•	Δ	Δ	Δ
LSR	X		X			X	X				•	•	0	Δ	Δ
NEG	X		X			X	X				•	•	Δ	Δ	Δ
NOP	X										•	•	•	•	•
ORA		X	X	X		X	X	X			•	•	Δ	Δ	•
ROL	X		X			X	X				•	•	Δ	Δ	Δ
RSP	X										•	•	•	•	•
RTI	X										?	?	?	?	?
RTS	X										•	•	•	•	•
SBC		X	X	X		X	X	X			•	•	Δ	Δ	Δ
SEC	X										•	•	•	•	1
SEI	X										•	1	•	•	•
STA			X	X		X	X	X			•	•	Δ	Δ	•
STX			X	X		X	X	X			•	•	Δ	Δ	•
STOP	X										•	1	•	•	•
SUB		X	X	X		X	X	X			•	•	Δ	Δ	Δ
SWI	X										•	1	•	•	•
TAX	X										•	•	•	•	•
TST	X		X			X	X				•	•	Δ	Δ	•
TXA	X										•	•	•	•	•
WAIT	X										•	1	•	•	•

Condition Code Symbols

H	Half Carry (From Bit 3)	C	Carry/Borrow
I	Interrupt Mask	Δ	Test and Set if True, Cleared Otherwise
N	Negative (Sign Bit)	•	Not Affected
Z	Zero	?	Load CC Register From Stack

Fig. 6. Liste des instructions et des modes d'adressage utilisables.

Effectue un saut ou branchement à l'adresse spécifiée (adressage relatif uniquement) si le bit n (n compris entre 0 et 7, 7 étant le numéro du bit de poids fort) de l'opérande est à 1.

— BSET n - Set bit n - Mise à 1 du bit n.

Met à 1 le bit n (n compris entre 0 et 7) de l'opérande. Les autres bits ne sont pas affectés.

— BSR - Branch to subroutine - Branchement à un sous-programme.

Sauvegarde sur la pile l'adresse de l'instruction qui suit et effectue un saut à l'adresse spécifiée (adressage relatif uniquement).

— CLC - Clear carry bit - Mise à 0 de la retenue.

Met à 0 le bit C du CCR.

— CLI - Clear interrupt mask - Mise à 0 du masque d'interruption.

Met à 0 le bit I du CCR autorisant ainsi la prise en compte des interruptions.

— CLR - Clear - Mise à 0.

Met à 0 l'opérande spécifié (A, X ou une adresse mémoire quelconque).

— CMP - Compare accumulator with memory - Comparaison de l'accumulateur avec la mémoire.

Soustrait de l'accumulateur l'opérande spécifié et positionne les bits du CCR en fonction du résultat. Ni l'accumulateur ni l'opérande ne sont modifiés.

— COM - Complement - Complément.

Effectue le complément bit à bit (les 1 deviennent des 0 et vice versa) de l'opérande spécifié.

— CPX - Compare index register with memory - Compare l'index avec la mémoire.

Soustrait l'opérande spécifié de l'index X et positionne les bits du CCR en fonction du résultat. Ni l'index ni l'opérande ne sont modifiés.

— DEC - Decrement - Diminue de 1.

Diminue de 1 l'opérande spécifié.

— EOR - Exclusive or — OU exclusif logique.

Effectue un OU exclusif logique bit à bit entre l'accumulateur A et l'opérande et place le résultat dans A.

— INC - Increment - Augmente de 1.

Augmente de 1 l'opérande spécifié.

— JMP - Jump - Saut incondionnel.

Effectue un saut inconditionnel à l'adresse

Function	Mnemonic	Relative Addressing Mode		
		Op Code	# Bytes	HMOS/CMOS # Of Cycles
Branch Always	BRA	20	2	4/3
Branch Never	BRN	21	2	4/3
Branch IFF Higher	BHI	22	2	4/3
Branch IFF Lower or Same	BLS	23	2	4/3
Branch IFF Carry Clear	BCC	24	2	4/3
(Branch IFF Higher or Same)	(BHS)	24	2	4/3
Branch IFF Carry Set	BCS	25	2	4/3
(Branch IFF Lower)	(BLO)	25	2	4/3
Branch IFF Not Equal	BNE	26	2	4/3
Branch IFF Equal	BEQ	27	2	4/3
Branch IFF Half Carry Clear	BHCC	28	2	4/3
Branch IFF Half Carry Set	BHCS	29	2	4/3
Branch IFF Plus	BPL	2A	2	4/3
Branch IFF Minus	BMI	2B	2	4/3
Branch IFF Interrupt Mask Bit is Clear	BMC	2C	2	4/3
Branch IFF Interrupt Mask Bit is Set	BMS	2D	2	4/3
Branch IFF Interrupt Line is Low	BIL	2E	2	4/3
Branch IFF Interrupt Line is High	BIH	2F	2	4/3
Branch to Subroutine	BSR	AD	2	8/6

Fig. 7.
Les instructions de branchement.

Function	Mnemonic	Inherent		
		Op Code	# Bytes	HMOS/CMOS # of Cycles
Transfer A to X	TAX	97	1	2/2
Transfer X to A	TXA	9F	1	2/2
Set Carry Bit	SEC	99	1	2/2
Clear Carry Bit	CLC	98	1	2/2
Set Interrupt Mask Bit	SEI	9B	1	2/2
Clear Interrupt Mask Bit	CLI	9A	1	2/2
Software Interrupt	SWI	83	1	11/10
Return from Subroutine	RTS	81	1	6/6
Return from Interrupt	RTI	80	1	9/9
Reset Stack Pointer	RSP	9C	1	2/2
No-Operation	NOP	9D	1	2/2
Enable IRQ, Stop Oscillator	STOP	8E	1	-/2
Enable Interrupt, Stop Processor	WAIT	8F	1	-/2

Fig. 9.
Les instructions de contrôle.

spécifiée. Les modes d'adressage indexé, direct et étendu peuvent être utilisés.

— JSR - Jump to subroutine - Saut à un sous-programme.

Fonctionne comme BSR mais au lieu d'utiliser l'adressage relatif, les modes d'adressage indexé, direct ou étendu peuvent être utilisés.

— LDA - Load accumulator - Chargement de l'accumulateur.

Charge l'accumulateur avec l'opérande spécifié.

— LDX - Load index register - Chargement de l'index.

Charge l'index X avec l'opérande spécifié.

— LSL - Logical shift left - Décalage logique à gauche.

Effectue une décalage d'un bit vers la gauche de l'opérande selon le même principe que pour ASL (voir figure 1).

— LSR - Logical shift right - Décalage logique à droite.

Effectue un décalge logique d'un bit vers la droite de l'opérande comme schématisé figure 3.

— NEG - Negate - Change de signe.

Réalise le complément à 2 de l'opérande.

— NOP - No operation - Pas d'opération.

N'effectue aucune opération. Cette instruction sert à «perdre du temps» dans des boucles de délai par exemple.

— ORA - Inclusive or - OU logique.

Effectue un OU logique bit à bit entre l'accumulateur A et l'opérande et place le résultat dans A.

— ROL - Rotate left - Rotation à gauche.

Effectue une rotation d'un bit vers la gauche de l'opérande en passant par la retenue comme indiqué figure 4.

— ROR - Rotate right - Rotation à droite.

Effectue une rotation d'un bit vers la droite de l'opérande en passant par la retenue comme indiqué figure 5.

— RSP - Reset stack pointer - Ré-initialisation du pointeur de pile.

Ré-initialise le contenu du pointeur de pile à 7F.

— RTI - Return from interrupt - Retour d'inrruption.

Le contenu des registres A, X, CC et PC est retiré de sur la pile et le programme principal reprend son exécution suite à l'interruption qui l'avait dérouté.

— RTS - Return from subroutine - Retour de sous-programme.

Le contenu du PC est retiré de sur la pile et le programme principal reprend son exécution avec l'instruction qui suit le BSR ou le JSR ayant appelé le sous-programme terminé par RTS.

— SBC - Substract With carry - Soustration avec retenue.

Soustrait de l'accumulateur A l'opérant et le bit de retenue C et place le résultat dans A.

— SEC - Set carry bit - Mise à 1 de la retenue.

Function	Mnem.	Addressing Modes														
		Inherent (A)			Inherent (X)			Direct			Indexed (No Offset)			Indexed (8-Bit Offset)		
		Op Code	# Bytes	Cycles (see note)	Op Code	# Bytes	Cycles (see note)	Op Code	# Bytes	Cycles (see note)	Op Code	# Bytes	Cycles (see note)	Op Code	# Bytes	Cycles (see note)
Increment	INC	4C	1	4/3	5C	1	4/3	3C	2	6/5	7C	1	6/5	6C	2	7/6
Decrement	DEC	4A	1	4/3	5A	1	4/3	3A	2	6/5	7A	1	6/5	6A	2	7/6
Clear	CLR	4F	1	4/3	5F	1	4/3	3F	2	6/5	7F	1	6/5	6F	2	7/6
Complement	COM	43	1	4/3	53	1	4/3	33	2	6/5	73	1	6/5	63	2	7/6
Negate (2's complement)	NEG	40	1	4/3	50	1	4/3	30	2	6/5	70	1	6/5	60	2	7/6
Rotate Left Thru Carry	ROL	49	1	4/3	59	1	4/3	39	2	6/5	79	1	6/5	69	2	7/6
Rotate Right Thru Carry	ROR	46	1	4/3	56	1	4/3	36	2	6/5	76	1	6/5	66	2	7/6
Logical Shift Left	LSL	48	1	4/3	58	1	4/3	38	2	6/5	78	1	6/5	68	2	7/6
Logical Shift Right	LSR	44	1	4/3	54	1	4/3	34	2	6/5	74	1	6/5	64	2	7/6
Arithmetic Shift Right	ASR	47	1	4/3	57	1	4/3	37	2	6/5	77	1	6/5	67	2	7/6
Test for Negative or Zero	TST	4D	1	4/3	5D	1	4/3	3D	2	6/4	7D	1	6/4	6D	2	7/5

NOTE: The cycles column actually shows the number of HMOS/CMOS cycles (e.g., 4/3 indicates 4 HMOS cycles or 3 CMOS cycles)

Fig. 10.
Les instructions de lecture, modification, écriture.

Met à 1 le bit C du CCR.
— SEI - Set interrupt mask - Mise à 1 du masque d'interruption.
Met a 1 le bit I du CCR interdisant ainsi la prise en compte des interruptions.
— STA - Store accumulator - Stocke l'accumulateur.
Place le contenu de l'accumulateur A de l'adresse mémoire spécifiée.
— STX - Store index register - Stocke le registre d'index.
Place le contenu de l'index X à l'adresse mémoire spécifiée.
— SUB - Substract - Soustraction.
Soustrait l'opérande de l'accumulateur A et place le résultat dans A.
— SWI - Software interrupt - Interruption par logiciel.
Sauvegarde tous les registres internes (A, X, CCR, PC) sur la pile puis charge le PC avec le contenu des adresses mémoire 0002 et 0003 ce qui lance l'exécution du programme débutant à l'adresse ainsi obtenue.
— TAX - Trasnfer A to X - Transfère A dans X.
Transfère le contenu de l'accumulateur A dans l'index X. Le contenu de A n'est pas modifié.
— TST - Test for negative or zero - Test si négatif ou nul.

Function	Mnemonic	Addressing Modes					
		Bit Set/Clear			Bit Test and Branch		
		Op Code	# Bytes	HMOS/CMOS # of Cycles	Op Code	# Bytes	HMOS/CMOS # of Cycles
Branch IFF Bit n is set	BRSET n (n = 0...7)	–	–	–	2 * n	3	10/5
Branch IFF Bit n is clear	BRCLR n (n = 0...7)	–	–	–	01 + 2 * n	3	10/5
Set Bit n	BSET n (n = 0...7)	10 + 2 * n	2	7/5	–	–	–
Clear bit n	BCLR n (n = 0...7)	11 + 2 * n	2	7/5	–	–	–

Fig. 8. Les instructions de manipulation des bits.

Soustrait 00 de l'opérande et positionne en conséquence les bits du CCR.
— TXA - Transfer X to A - Transfère X dans A.
Transfère le contenu de l'index X dans l'accumulateur A. Le contenu de X n'est pas modifié.
— WAIT - Wait for interrupt - Attente d'interruption.
Arrête toutes les opérations dynamiques internes, réduisant ainsi la consommation du circuit. Arrêt du programme en attente d'une interruption externe via la ligne INT ou d'un RESET.

Tableaux de synthèse

Après cette rapide présentation des instructions du 68705 nous vous proposons un certain nombre de tableaux de synthèse. Le premier donne le classement alphabétique des instructions avec les modes d'adressage utilisables et l'influence de l'instruction sur les bits du CCR.

Les suivants présentent les instructions par catégories avec leurs codes hexadécimaux, le nombre d'octets nécessaires pour leur codage ainsi que le temps d'exécution en nombre de cycles machine. Ces tableaux étant prévus pour les versions HMOS et CMOS des microprocesseurs de la famille 6805, deux valeurs sont indiquées dans les colonnes des nombres de cycles.
Le 68705 étant un HMOS, c'est le premier chiffre qu'il faut utiliser.

Conclusion

Nous en resterons là pour aujourd'hui avec cet article un peu volumineux. Nous verrons le mois prochain les fonctions des registres des périphériques internes du 68705 ce qui nous donnera l'occasion de manipuler les instructions présentées aujourd'hui et d'utiliser les divers tableaux. ■

C. Tavernier

Fig. 11. Les instructions agissant sur les registres et la mémoire.

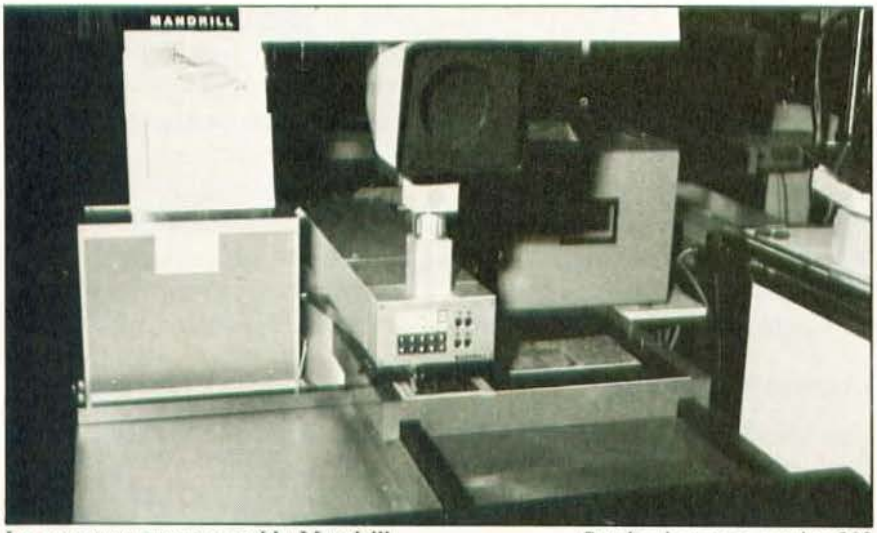
Function	Mnem.	Addressing Modes																	
		Immediate			Direct			Extended			Indexed (No Offset)			Indexed (8-Bit Offset)			Indexed (16-Bit Offset)		
		Op Code	# Bytes	Cycles (see note)	Op Code	# Bytes	Cycles (see note)	Op Code	# Bytes	Cycles (see note)	Op Code	# Bytes	Cycles (see note)	Op Code	# Bytes	Cycles (see note)	Op Code	# Bytes	Cycles (see note)
Load A from Memory	LDA	A6	2	2/2	B6	2	4/3	C6	3	5/4	F6	1	4/3	E6	2	5/4	D6	3	6/5
Load X from Memory	LDX	AE	2	2/2	BE	2	4/3	CE	3	5/4	FE	1	4/3	EE	2	5/4	DE	3	6/5
Store A in Memory	STA	–	–	–	B7	2	5/4	C7	3	6/5	F7	1	5/4	E7	2	6/5	D7	3	7/6
Store X in Memory	STX	–	–	–	BF	2	5/4	CF	3	6/5	FF	1	5/4	EF	2	6/5	DF	3	7/6
Add Memory to A	ADD	AB	2	2/2	BB	2	4/3	CB	3	5/4	FB	1	4/3	EB	2	5/4	DB	3	6/5
Add Memory and Carry to A	ADC	A9	2	2/2	B9	2	4/3	C9	3	5/4	F9	1	4/3	E9	2	5/4	D9	3	6/5
Subtract Memory	SUB	A0	2	2/2	B0	2	4/3	C0	3	5/4	F0	1	4/3	E0	2	5/4	D0	3	6/5
Subtract Memory from A with Borrow	SBC	A2	2	2/2	B2	2	4/3	C2	3	5/4	F2	1	4/3	E2	2	5/4	D2	3	6/5
AND Memory to A	AND	A4	2	2/2	B4	2	4/3	C4	3	5/4	F4	1	4/3	E4	2	5/4	D4	3	6/5
OR Memory with A	ORA	AA	2	2/2	BA	2	4/3	CA	3	5/4	FA	1	4/3	EA	2	5/4	DA	3	6/5
Exclusive OR Memory with A	EOR	A8	2	2/2	B8	2	4/3	C8	3	5/4	F8	1	4/3	E8	2	5/4	D8	3	6/5
Arithmetic Compare A with Memory	CMP	A1	2	2/2	B1	2	4/3	C1	3	5/4	F1	1	4/3	F1	2	5/4	D1	3	6/5
Arithmetic Compare X with Memory	CPX	A3	2	2/2	B3	2	4/3	C3	3	5/4	F3	1	4/3	E3	2	5/4	D3	3	6/5
Bit Test Memory with A (Logical Compare)	BIT	A5	2	2/2	B5	2	4/3	C5	3	5/4	F5	1	4/3	E5	2	5/4	D5	3	6/5
Jump Unconditional	JMP	–	–	–	BC	2	3/2	CC	3	4/3	FC	1	3/2	EC	2	4/3	DC	3	5/4
Jump to Subroutine	JSR	–	–	–	BD	2	7/5	CD	3	8/6	FD	1	7/5	ED	2	8/6	DD	3	9/7

NOTE: The cycles column actually shows the number of HMOS/CMOS cycles (e.g., 4/3 indicates 4 HMOS cycles or 3 CMOS cycles).

REPORTAGE

PRONIC 84

Plus de 13000 visiteurs, 532 exposants : Pronic n'a pas manqué son premier rendez-vous avec la robotique.



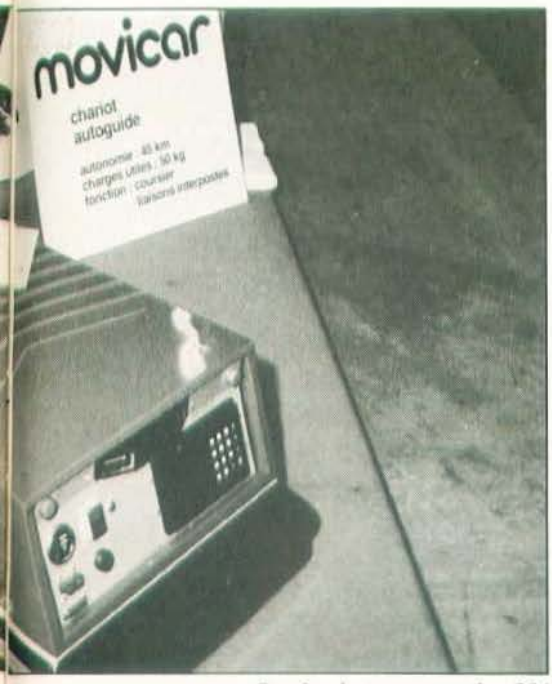
La perceuse programmable Mandrill. *Service lecteur : cerclez 202*

Eléments modulaires Charly pour la perceuse Weeq. *Service lecteur : cerclez 203*

Une année sur deux, en alternance avec le Salon des Composants Electroniques, Pronic présente des équipements de fabrication de matériel et de composants électroniques parmi lesquels les perceuses numériques ou les machines d'implantation de composants se comptent par dizaines. Jusqu'à présent, la machine d'insertion automatique implante des composants de

Le chariot filoguidé Movicar de Samovie.

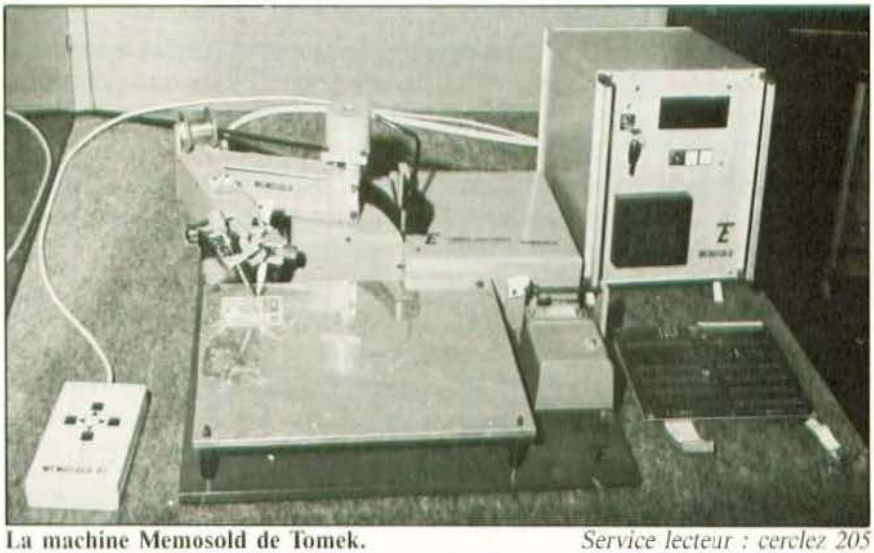
formes bien précises (des composants axiaux, ou cylindriques) aux connexions aboutissant aux extrémités du composant. D'autres permettent l'insertion de composants radiaux, dont les fils partent parallèlement, d'un même côté. Un rassemblement des composants sur des bandes «mitrailleuse» facilite l'insertion. Mais certains composants n'ont pas la même forme que les autres : relais, connecteurs, circuits intégrés notamment. Les machines classiques demandent alors une assistance manuelle ou celle d'autres machines très spécialisées. Aujourd'hui, on s'oriente donc vers une conception différente des machines grâce au développement des robots multi-axes. La même pince pourra manipuler des composants de diverses tailles pour les mettre en place, avec la précision requise. La chaîne de montage se voit aujourd'hui complétée par de véritables robots multi-axes que l'on a spécialisés dans l'électronique. C'est ainsi que nous avons pu voir le robot de montage Universal 6511 A conçu pour la mise en place de dispositifs non standard. Système de déplacement cartésien capable de se mouvoir simultanément sur 5 axes, il peut traiter des circuits imprimés jusqu'à un format de 40 × 46 cm.



Service lecteur : cerclez 204

Prenant lui-même son outil, il peut, par exemple, aller former les pattes d'un circuit intégré avant de le mettre en place. Représenté par Electro-Outil, le constructeur suisse Microbo était également présent avec deux machines «Souris» et «Ecureuil» (voir encadré). La première est capable de manipuler des pièces de 0,1 kg et la seconde de 1 kg, le tout avec une précision de 0,01 à 0,02 mm avec un temps maximum entre deux opérations de 0,5 ou 1 seconde. L'Ecureuil figurait en bonne place dans une machine d'implantation de composants, une spécialité d'Electro-Outil.

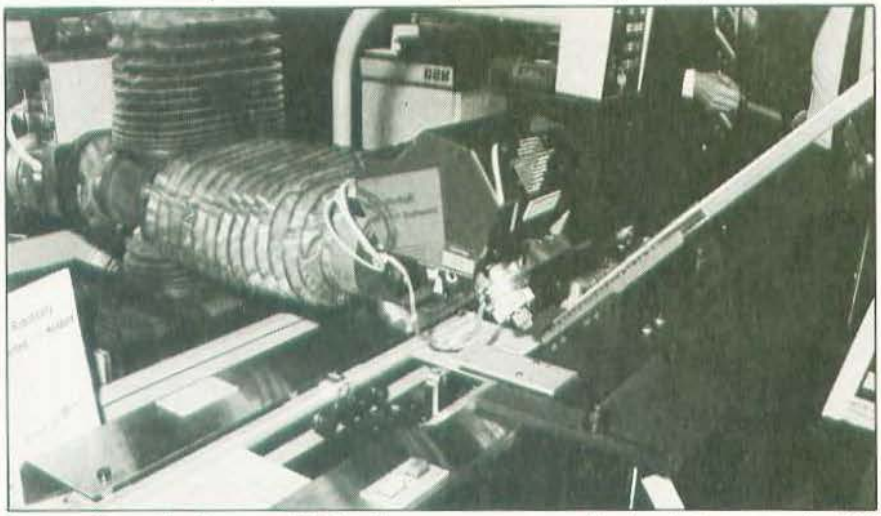
A côté de ces machines suisses, le Mémosold de Tomek, chez CDI. travaille dans un plan et est destiné à la soudure par points. Il promène son fer et sa soudure, les abaisse en contrôlant la quantité de soudure déposée ; il sait aussi nettoyer la panne et l'étamer. Toutes les soudures sont effectuées dans les mêmes conditions, avec un temps de déplacement réduit entre deux points. Le contrôleur mémorise 1500 points et peut commander une variation de durée et de quantité de soudure. Il mémorise son programme sur micro-cassette et RAM alimentée par batterie. Il coûtera de 150 à 250 kF suivant sa configuration. Si l'on a quelque doute sur la qualité de la soudure, C.D.I. propose un système d'inspection de qualité : un laser envoie une impulsion sur la soudure, ce qui a pour effet de l'échauffer, on compare alors la courbe d'échauf-



La machine Memosold de Tomek. *Service lecteur : cerclez 205*

Machine à graver numérique Wizzard. *Service lecteur : cerclez 206*

fement (la signature) avec les courbes types d'une bibliothèque.
La machine contrôle 10 points de chaque courbe, travaille à la vitesse de 10 soudures par seconde et son ordinateur pilote, le cas échéant, une table de réparation.
Autre produit chez Sormel, dont la Quadratic peut être équipée de 4 têtes de préhension, une machine robotisée à 4 axes pour insertion de composants non standard, capable d'effectuer une remise en place des fils de composants irréguliers et d'insérer le composant suivant diverses orientations.
La miniaturisation des équipements entraîne l'emploi de plus en plus fréquent de composants sans fils montés en surface du circuit imprimé. Bien entendu, la multiplicité des composants a entraîné l'apparition de machines robotisées comme celles proposées par Eurosoft Robotique. Un modèle en démonstration : le Robonic 140 (moteur pas à pas + microcalculateur) ; le système XY va chercher les composants, les centre et les oriente au bout de la pipette de préhension, les contrôle éventuellement (pour les résistances, condensateurs, selfs et diodes) et les met en place avec une précision de ± 0,3 mm et ± 1,5° et une cadence de 1900 composants/heure. Le Robonic 140 s'alimente simultanément en composants en bandes ou par réglettes et se charge également de la dépose de la colle. Une autre machine, le Robonic 760 offre une cadence de 6000 composants par heure et une précision de 0,1 mm. Le robot de Siemens est lui aussi capable, avec une seule tête, d'implanter la plupart des composants pour report en surface sans changement d'outil. Il assure une cadence de pose de 4200 composants par heure avec une précision de 0,08 mm et un taux d'erreur de 20 ppm. Il est piloté par un calculateur comprenant un clavier séparé, une double unité de disquettes et un grand écran. Ses 5 axes sont commandés par des moteurs à courant continu asservis électroniquement. La précision est obtenue à partir d'un système de lecture optique et électronique à faible incrément (de pas 0,01 mm). On assiste également à l'apparition de petites perçeuses programmables permettant la confection de prototypes et de séries moyennes. Elles remplaceront à terme les perçeuses manuelles à centrage optique. Nous avons ainsi remarqué la Mandrill importée par Technimatic, pour laquelle la programmation se fait par apprentissage. La Mandrill est entraînée par des moteurs à courant continu, programmée sur EPROM d'une capacité de 1360 ou de 5459 trous suivant l'EPROM. Un blocage électrique de la table est assuré pendant le perçage. Weeq propose une perçeuse construite à partir des éléments modulaires Charly de la firme. Pour 35 000 F, on peut acquérir une petite perçeuse à CI complète, avec sa commande numérique, ses moteurs pas à pas, son entraînement par vis à billes permettant une précision du centième de mm. Une façon intéressante et économique de passer de l'artisanat à la machine simple. Cette perçeuse n'est qu'un exemple des mécaniques proposées par Weeq dont le catalogue comporte des assemblages 1, 2 ou 3 axes avec commande manuelle ou motorisée, avec vis trapézoïdales ou à billes.
Très belle machine à graver chez Scripta ; les pantographes que l'on trouvait sur les marchés sont dépassés par la Wizzard de Dahlgren, une machine «magique» issue de l'accouplement d'un mini-ordinateur et d'une machine à graver. Dans le bas, un clavier, sur la gauche un petit écran moniteur de 3 pouces (environ) et, sur la droite, la tête de gravure avec son système de déplacement XY. Deux jeux de caractères mémorisés et deux sur cartouche permettent la gravure en quatre styles différents. Pour alimenter ces belles machines on a besoin de chariots : Litton UHS en propose avec guidage par un ruban fluorescent collé sur le sol, éclairé par une lampe UV. Ce mode de guidage permet un changement extrêmement rapide de l'itinéraire. Le chariot s'alimente par batterie. Des possibilités d'aiguillages sont prévues ainsi que la programmation des arrêts dont la précision est de ± 1 cm environ. La programmation a lieu à bord du véhicule.
Un détecteur de proximité RF (antenne d'émission au-dessus du chariot) assure la sécurité vis à vis des obstacles, mais également divers systèmes à contact commandent l'arrêt d'urgence. Complément des installations automatisées, le Movicar de Samovie est un chariot filoguidé destiné au transport de charges de 50 kg maximum. Son autonomie est de 45 km et sa vitesse de translation de 1 m/s ; il tourne sur un rayon de 0,75 m et est doté d'un pare-chocs sensitif et d'un radar provoquant l'arrêt immédiat devant tout obstacle. La gestion électronique se fait par un micro-calculateur embarqué.



Les machines de placement Robonic. *Service lecteur : cerclez 207*

Conclusion

Nous avons pu constater à Pronic l'émergence d'une certaine robotique appliquée à la fabrication de circuit. Il y avait, et il y a toujours, les machines d'usinage automatique et rapide de circuits imprimés : ces machines monotâche n'ont qu'une souplesse d'emploi limitée au changement de foret et de taille de subs-

PROFITEZ DU SERVICE LECTEUR GRATUIT

Vous avez remarqué dans ce numéro de *Micro et Robots* un produit, dans une publicité, une notule ou un article et vous aimeriez avoir plus de renseignements à son sujet. Pour cela, il vous suffit de relever le numéro de référence de ce produit, d'entourer sur une des cartes ci-contre le numéro correspondant.

Secteur d'activité :

Recherche :	0
Enseignement :	1
Informatique-Microinformatique :	2
Electronique-Electrotechnique-Automatique-Robotique	3
SSCI - OEM	4
Aéronautique :	5
Fabrication d'équipements ménagers :	6
Profession libérale :	7
Maintenance :	8
Autre secteur :	9

Fonction :

Direction :	0
Cadre :	1
Ingénieur :	2
Technicien :	3
Employé :	4
Etudiant :	5
Divers :	6

ROBOTS SYSTÈMES

carte service lecteur

Cette carte concerne uniquement le cahier industriel. Elle doit être, pour être traitée, intégralement remplie.

Nom : Prénom :
Société : Tél. :
Adresse professionnelle :
Code postal : Ville :
Pays : Secteur d'activité : Fonction :

REDACTION

201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 (211) 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225
226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250

PUBLICITE

251 252 253 254 (255) 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275
276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300

Attention : cette carte n'est valable que pour ce numéro : M & R 14

Micro et Robots

carte service lecteur

Pour être rapidement informé sur nos publicités et «nouveaux produits», remplissez cette carte (en capitales).

Nom : Prénom :
Voici mon adresse* : Personnelle ☐ Professionnelle ☐ *Cochez la case utile
Code postal : Ville :
Pays : Secteur d'activité : Fonction :
Société : Tél. :

REDACTION

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

PUBLICITE

101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125
126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200

Attention : cette carte n'est valable que pour ce numéro : M & R 14

Micro et Robots

carte service lecteur

Pour être rapidement informé sur nos publicités et «nouveaux produits», remplissez cette carte (en capitales).

Nom : Prénom :
Voici mon adresse* : Personnelle ☐ Professionnelle ☐ *Cochez la case utile
Code postal : Ville :
Pays : Secteur d'activité : Fonction :
Société : Tél. :

REDACTION

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	(14)	15	16	(17)	18	19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

PUBLICITE

101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125
126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200

Attention : cette carte n'est valable que pour ce numéro : M & R 14

Affranchir ici

ROBOTS SYSTÈMES

Service lecteur
S.A.P.
70, rue Compans
75019 Paris

Affranchir ici

Micro et Robots

Service lecteur
S.A.P.
70, rue Compans
75019 Paris

Affranchir ici

Micro et Robots

Service lecteur
S.A.P.
70, rue Compans
75019 Paris

Pour être sûr de ne pas manquer les prochains numéros de

Micro et Robots

le magazine de micro-informatique et de robotique au carrefour des technologies nouvelles

ABONNEZ VOUS !

dès aujourd'hui

Reportez-vous au coupon d'abonnement prévu à cet effet.

trat. Pour l'insertion, les constructeurs se diversifient mais les machines actuellement proposées restent spécialisées dans tel ou tel type de composant : machines à DIP, machines à composants axiaux ou radiaux. L'arrivée de robots marque une sophistication nouvelle des installations, les changements d'outils ne se limitant plus à celui d'un foret. On en arrive au changement de système de préhension et ce dernier s'adapte au composant, par logiciel et non par matériel.

Et les mentalités changent aussi : l'on se retrouve à choisir entre la cadence des machines spécialisées et la souplesse des robots, choix qui dépendra, en partie, de la quantité de circuits à produire. L'augmentation considérable des machines à implanter les composants en surface révèle, par ailleurs, une évolution importante des techniques de fabrication. Ces composants ne sont plus, aujourd'hui, réservés aux circuits hybrides et il faut s'attendre à leur généralisation sur des circuits imprimés grand public : la conception «robotique» des machines permettra, sans aucun doute, de réduire les séries, à rentabilité égale. Le programme de pose peut d'ailleurs s'établir en même temps que le dessin du circuit imprimé grâce à une fabrication assistée par ordinateur. Pour la vérification, l'informatique se développe non seulement au plan de la gestion et de la programmation mais aussi au plan du contrôle. La reconnaissance de forme ne paraît pas encore très développée en ce domaine même si les caméras vidéo sont là pour faciliter la programmation de certaines machines. Nous n'avons pas beaucoup parlé du laser : sachez cependant qu'avec l'assistance d'un ordinateur, il grave, chez Gretag (le fabricant de l'Eidophor) des pièces délicates non planes ou assure la soudure de composants fragiles, grâce à un pilotage par ordinateur... Pronic 84 nous aura montré, également, le souci de certains constructeurs de proposer de petites machines simples, économiques et capables de travailler avec une grande précision : une leçon à retenir. ■

E. Lémery

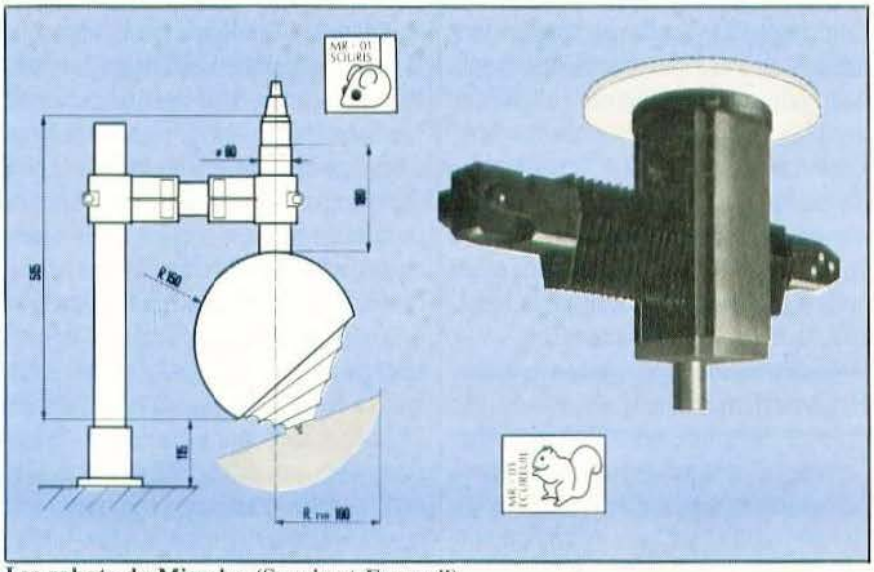
Robots MICROBO «La Souris» et «l'Ecureuil»

Construits en Suisse, les robots rongeurs bénéficient de la précision nécessaire à la fabrication de montres. Le plus petit, le MR-01, dit «la Souris» se présente comme une calotte hémisphérique (contenant le mécanisme) suspendue à une potence. La «main» sort d'un soufflet abritant le mécanisme des poussières ambiantes. Ses 5 axes sont équipés de moteurs à courant continu, 4 axes supplémentaires sont proposés en option. Charge et force maximales sont de 0,1 kg et 100 N respectivement. Le constructeur annonce une précision de 0,01 mm et une répétabilité de 0,02 mm avec une vitesse permettant tout mouvement dans le volume en moins d'une demi-seconde ou 1000 cycles à l'heure. La Souris se destine à tous les travaux fins d'assemblage, de tri, d'insertion, de tests, de mesure de dépot de fluides ou d'adhésifs. Il se commande à partir d'un contrôleur MC-500 disposant d'une mémoire de 16 Ko non volatile. Ce contrôleur se charge de la sécurité des détecteurs de position et de la limitation de force. Il peut traiter les signaux issus de 20 capteurs et alimenter 20 actuateurs.

Plus récent, l'Ecureuil, ou MR-03 évolue selon une configuration cylindrique et dispose de 3 à 8 axes (extensibles à 16) commandés par des moteurs à courant continu permettant de travailler dans les conditions d'une salle «blanche». L'Ecureuil opère dans une «cage» de 410 mm de rayon maxi, 210 mini, tourne sur 400° et monte ou descend de 135 mm. Il manipule 1 kg en bout de bras et exerce une force de 100 N. La résolution atteint 0,01 à 0,02 mm et la répétabilité 0,02 mm. Un mouvement quelconque dans le volume de travail sera exécuté en 1 seconde. Le contrôleur MC 501 dispose d'une mémoire de 16 Ko extensible à 40 Ko, de 20 entrées et de 20 sorties (24 V/1 A ou relais), 8 à 16 entrées analogiques avec prétraitement, 8 entrées/sorties RS 232.

Il surveille le fonctionnement des capteurs de position, limite les forces et les couples, assure une sécurité active programmable avec limitation du champ de travail électronique et mécanique. L'importateur de ces machines prévoit, à court terme, un montage en France et, dans un second stade, une fabrication sous licence. Il étudie, par ailleurs, des logiciels plus «utilitaires» que ceux d'origine, peut proposer certaines modifications (par exemple : bras de 700 mm) et prévoit l'installation de moteurs plus rapides. Enfin, des systèmes de vision artificielle viendront s'adjoindre à l'Ecureuil. A partir de 200 kF, contrôleur compris.

Service lecteur : cerclez 208



Les robots de Microbo (Souris et Ecureuil).

Ajout indispensable à notre micro Forth, ce terminal «vidéo» précise pour un coût somme toute modique, la configuration minimale de cet outil semi-professionnel que nous vous proposons depuis le numéro d'octobre de *Micro et Robots*.

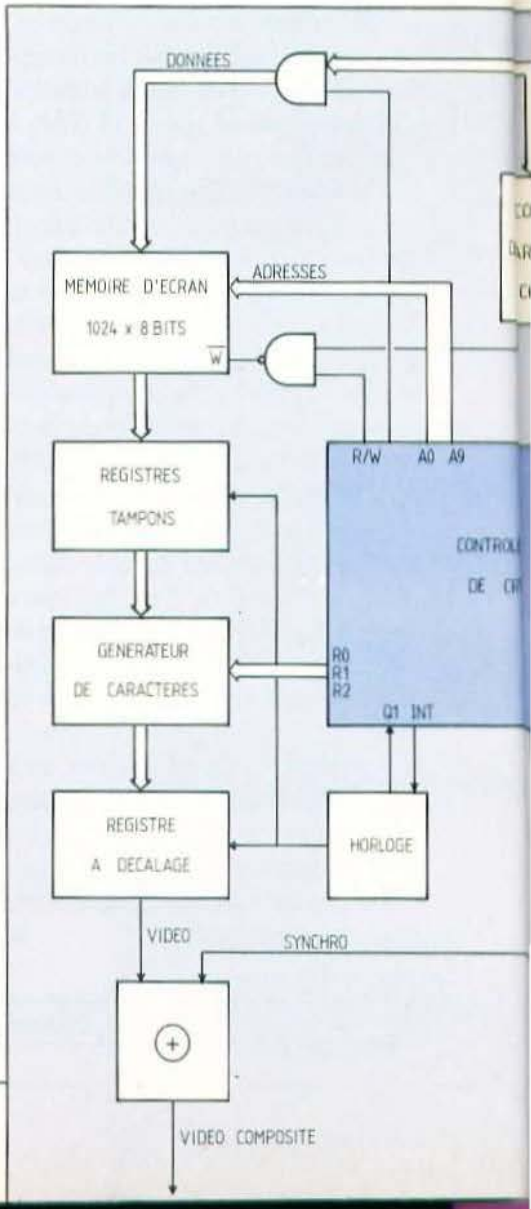
UN TERMINA

Ainsi que nous l'avons annoncé dans le numéro 11 de *Micro et Robots* à propos de la description du micro-ordinateur Forth, nous vous proposons aujourd'hui de réaliser un terminal informatique. Ce terminal peut être utilisé avec le micro-ordinateur précité, bien sûr, mais, de par sa polyvalence, il peut aussi être employé comme terminal à usage général sur tout équipement disposant d'une liaison série RS 232 capable de fonctionner à une vitesse comprise entre 50 et 1200 Bauds. En d'autres termes c'est un terminal passe-partout qui doit permettre de résoudre le problème que nous avons évoqué dans notre numéro 11, à savoir que si une carte micro-ordinateur ne coûte jamais bien cher, ce n'est pas le cas pour le terminal indispensable pour dialoguer avec elle. Si vous nous suivez dans cette description, cette affirmation n'aura plus cours...

Présentation

Ce premier terminal que nous vous proposons de réaliser est dit «vidéo» c'est-à-dire qu'il utilise un tube cathodique de récepteur TV ou de moniteur vidéo pour visualiser des caractères. Comme nous avons cherché avant tout l'économie, il ne fonctionne qu'en noir et blanc et ne dispose que de possibilités alphanumériques et semi-graphiques ; cela correspond néanmoins à 99 % des utilisations «amateur» ou semi professionnelles des terminaux et ne restreint donc pas ses possibilités d'emploi.

Notre terminal peut afficher sur un écran TV 16 lignes de 64 caractères et il dispose d'un jeu de 128 caractères alphanumériques standard (majuscules et minuscules) ainsi que de 128 caractères de codes et formes pouvant être définis par l'utilisateur. Il peut afficher en vidéo normale (caractères blancs sur fond noir) ou inversée (caractères noirs sur fond blanc) et dispose d'un curseur clignotant pouvant être déplacé sur tout l'écran au moyen de six touches de contrôle respectant les codes normalisés pour de telles fonctions. Le clavier à utiliser avec ce terminal peut-être de n'importe quel type pourvu qu'il fournisse les données sous forme parallèle sur 6, 7 ou 8 bits à des niveaux compatibles TTL. Précisons tout de suite que c'est le cas de la majorité des claviers disponibles sur le marché actuel et que nous vous donnerons quelques conseils de choix plus détaillés dans le paragraphe consacré à ce



sujet. Notre terminal peut être relié à tout système informatique disposant d'une liaison série RS 232 capable de fonctionner entre 50 et 1200 Bauds et utilisant le code ASCII.
Enfin, et ce n'est pas le point le moins intéressant, le prix de revient de l'électronique du terminal est de l'ordre de 500 à 600 F sans le clavier ; vous avouerez qu'il est difficile de faire moins cher !

Un peu de théorie

Il y a encore quelques années, la réalisation d'un terminal vidéo était très complexe, non pas d'un point de vue théorique mais sur le plan pratique ; en effet il fallait utiliser un grand nombre de circuits intégrés logiques TTL ou CMOS pour accomplir les nombreuses fonctions, essentiellement de comptage, indispensables pour un tel montage. Il y a environ trois ans ont commencé à sortir sur le marché les premiers contrôleurs de terminaux vidéo intégrés dont l'EF 9364 d'Efcis (qui s'est appelé aussi SFF 96364 lorsque Sescosem n'était pas encore devenu Efcis) : puis, le progrès aidant, des circuits de plus en plus performants ont vu le jour, le dernier en date étant le NS 455 de National Semiconducteur.
Malgré la présence sur le marché de nombreux circuits plus performants que l'EF 9364 de Thomson - Efcis, c'est néanmoins ce dernier que nous avons choisi pour cette réalisation afin de satisfaire à notre critère principal qui était un prix de revient minimum et une grande facilité de réalisation. En effet, ce circuit est très peu coûteux, se trouve partout, et sa mise en œuvre se révèle très simple en égard aux possibilités offertes. Si ces dernières ne vous suffisent pas, sachez que nous avons dans nos cartons un terminal beaucoup plus performant que celui-ci mais, évidemment, plus cher puisque l'électronique côute environ le double (1 000 à 1 200 F). Cela dit, et plutôt que de vous présenter le synoptique général d'un terminal vidéo, nous allons tout de suite passer à celui de notre réalisation, plus simple que le modèle général du fait de l'intégration de nombreuses fonctions dans le circuit contrôleur EF 9364. La figure 1 vous présente ce synoptique que nous allons maintenant commenter.
Un terminal vidéo comporte plusieurs sous-ensembles importants :
— Un clavier, aussi complet que possible et disposant d'au moins 53 touches car c'est là le nombre minimum permettant d'avoir accès à toutes les lettres, chiffres et symboles normalisés.
— Un circuit d'interface série asynchrone permettant de relier le terminal à tout équipement informatique via une liaison série RS 232. Ce circuit est toujours un UART (voir *Micro et Robots* n° 5 et 6 dans lesquels nous avons consacré deux articles aux liaisons de ce type et aux UART).
— Une mémoire contenant la «page» de caractères visualisée sur l'écran TV.
— Une circuiterie logique balayant cette mémoire et générant des signaux propres à commander un récepteur ou moniteur TV.
— Un récepteur ou moniteur TV que nous dissocierons pour l'instant de notre terminal car il peut s'accommoder de tout appareil du marché comme nous le verrons lors de la réalisation pratique.
La figure 1 concrétise tout cela et nous y voyons, dans la partie droite, un UART sur lequel aboutissent l'entrée et la sortie série mais aussi le clavier dont les données, sauf cas particulier, sont fournies en parallèle. Ce mode de connexion ne doit pas vous paraître curieux, en effet, nous vous rappelons qu'un UART est un circuit «double» puisque c'est un émetteur et un récepteur ; les connexions s'établissent donc comme suit :
— Entrée série du terminal sur entrée série du récepteur de l'UART.
— Sortie parallèle du récepteur de l'UART vers logique du terminal (c'est la ligne marquée données en haut de la figure 1).
— Sorties parallèles de données du clavier sur entrées parallèles de l'émetteur de l'UART.
— Sortie série de l'émetteur de l'UART sur

L «VIDEO»

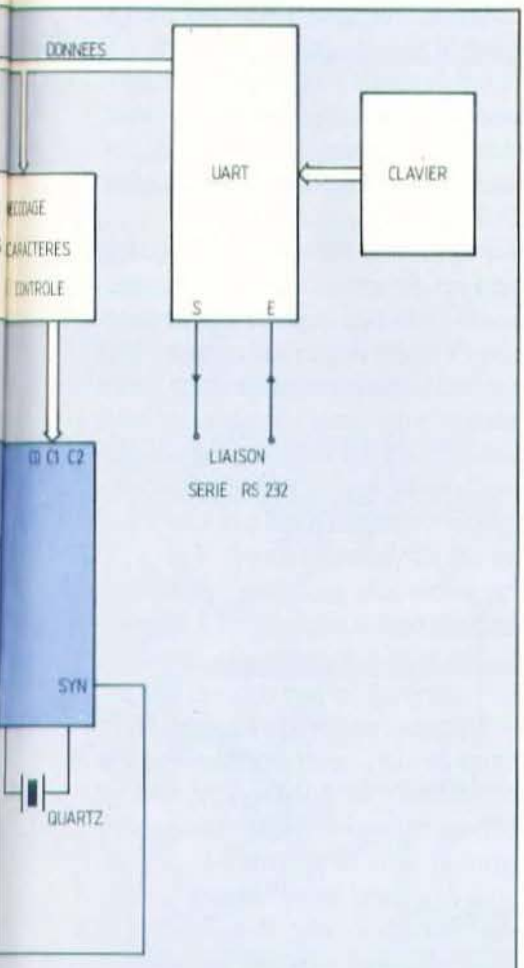


Figure 1. Le synoptique du terminal.

sortie série du terminal.
Avec ces quelques explications, la lecture de la figure 1 devient plus aisée et nous vous proposons tout d'abord de suivre le cheminement des données arrivant dans le terminal. Celles-ci sont converties en parallèle par l'UART d'où elles sortent pour être appliquées à deux circuits :
— Un bloc de portes ET (symbolisé par une seule porte sur la figure 1 pour ne pas surcharger le synoptique) qui permet, ou non, leur passage vers la mémoire d'écran.
— Une mémoire morte chargée de décoder les caractères de contrôle ; en effet, si les caractères «normaux», c'est-à-dire tous les caractères visualisables doivent bien être envoyés vers la mémoire d'écran, les caractères de contrôle chargés, par exemple, de faire déplacer le curseur, ne doivent pas aller vers cette mémoire d'écran mais doivent agir sur le circuit de commande du terminal : c'est là le rôle de cette mémoire de décodage.
Les portes ET mentionnées précédemment permettent d'interdire le passage des données vers la mémoire d'écran ce qui est utile pour deux fonctions particulières :
— la remise à zéro de la mémoire d'écran qui consiste à effacer la page visualisée. Pour ce faire, les portes ET bloquent l'accès à la mémoire d'écran et le contrôleur du terminal se charge alors de remplir celle-ci de caractères «blancs» (code ASCII 20).
— l'interdiction de l'envoi des caractères de contrôle, déjà évoqués, dans la mémoire d'écran. En effet, si le terminal reçoit un ordre de déplacement de curseur, celui-ci va bien être décodé par la mémoire de décodage précitée mais il faut interdire l'arrivée de ce code sur la mémoire d'écran sinon, outre le déplacement du curseur qui va bien avoir lieu et qui correspond à ce que nous désirions, un caractère «parasite» va être affiché. Les portes ET se chargent de cette fonction puisqu'elles sont commandées par le circuit contrôleur du terminal.
La mémoire d'écran est une RAM de 1 k mots de 8 bits ; en effet le codage des caractères selon le code ASCII nécessite 7 bits et la visualisation de 16 lignes de 64 caractères demande 16×64 emplacements soit 1024 adresses disponibles ; nous avons donc choisi le boîtier de taille standard immédiatement supérieure. Les lignes d'adresses de cette mémoire sont issues du circuit contrôleur du terminal ; en effet, pour former un signal vidéo et, donc, une image, il faut balayer en permanence et à vitesse parfaitement définie cette mémoire.
Les lignes de données de celle-ci aboutissent sur des registres tampons qui attaquent à leur tour le générateur de caractères. C'est ce dernier qui contient, sous forme de matrices de points, la forme des caractères qui seront affichés. Comme un caractère s'étend verticalement sur plusieurs lignes, le générateur reçoit du contrôleur trois lignes R0, R1, et R2 qui sont en fait des lignes d'adresses.
Les sorties de ce générateur de caractères sont appliquées à un registre à décalage qui, au rythme d'une horloge, fournit les points noirs et les points blancs qui servent à constituer l'image. Ce signal vidéo «pur» est alors ajouté aux indispensables signaux de synchronisation ligne et image fournis, eux, par le circuit contrôleur du terminal. Afin de permettre des générations de signaux précis, le circuit contrôleur d'écran dispose d'une horloge à quartz tandis que l'horloge du registre à décalage est réglable, ce qui permet d'ajuster la taille des lignes de caractères aux

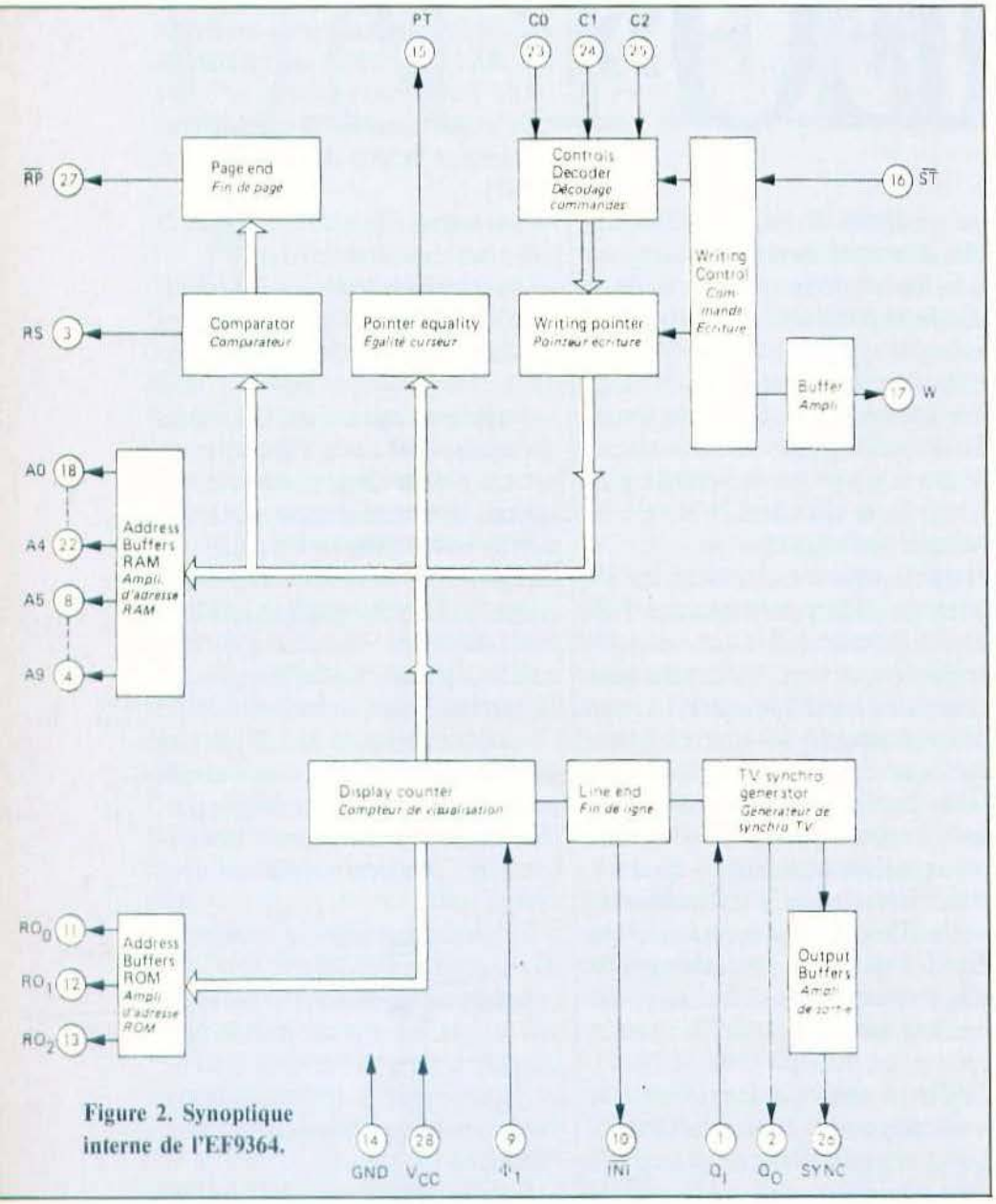


Figure 2. Synoptique interne de l'EF9364.

caractéristiques du récepteur ou du moniteur TV utilisé et évite ainsi que le ou les derniers caractères d'une ligne ne soient perdus sur le bord droit de l'écran.
Présenté comme cela, un terminal vidéo peut sembler assez simple ; en fait cette simplicité n'est qu'apparente et résulte, en grande partie de l'intégration dans le contrôleur d'écran EF 9364 de l'essentiel des fonctions logiques indispensables. Pour vous en convaincre, accordez quelques minutes d'attention au synoptique interne de ce circuit qui vous est proposé figure 2. Nous ne commenterons pas ce synoptique car cela sortirait du cadre de cet article et nous amènerait trop loin, mais nous avons estimé utile de vous le montrer afin que vous puissiez avoir une idée de ce que pouvait être un tel terminal avant la sortie sur le marché de circuits de ce type.
Ce survol théorique étant fait, et avant de passer au schéma du terminal proprement dit, nous vous proposons de vous détendre un peu avec sa partie la plus simple...

L'alimentation

Comme dans nombre de réalisations informatiques actuelles, tous les circuits de notre terminal sont compatibles TTL et sont donc monotension 5 volts mais — car il y a un mais — la présence d'une liaison série RS 232 impose d'avoir sous la main des tensions de ± 12 volts. Dans le cas d'un terminal comme le nôtre, cette contrainte n'en est pas vraiment une, car elle nous permet de rester beaucoup plus libres pour le choix de l'UART (dont les anciens modèles sont bi-tension + 5 et — 12 volts) ainsi que pour le choix du clavier dont la majorité des modèles, un peu anciens, sont aussi bi-tension.
Le schéma choisi pour l'alimentation n'est pas un modèle d'élégance mais respecte notre critère d'économie ; en effet deux petits transformateurs de faible puissance y sont utilisés comme le montre la figure 3, suivis par trois régulateurs intégrés classiques. Le régulateur du + 12 volts n'étant pas très chargé, c'est sur sa sortie que nous avons connecté une LED témoin de mise sous tension très utile pour un terminal de ce type contrairement à ce que l'on pourrait croire de prime abord ; en effet lorsque le récepteur ou le moniteur TV est éteint, il est facile, sans cette LED, d'oublier le terminal sous tension puisque plus rien ne signale cet état. L'alimentation étant le premier élément à réaliser, nous vous proposons le montage de celle-ci sur le champ.

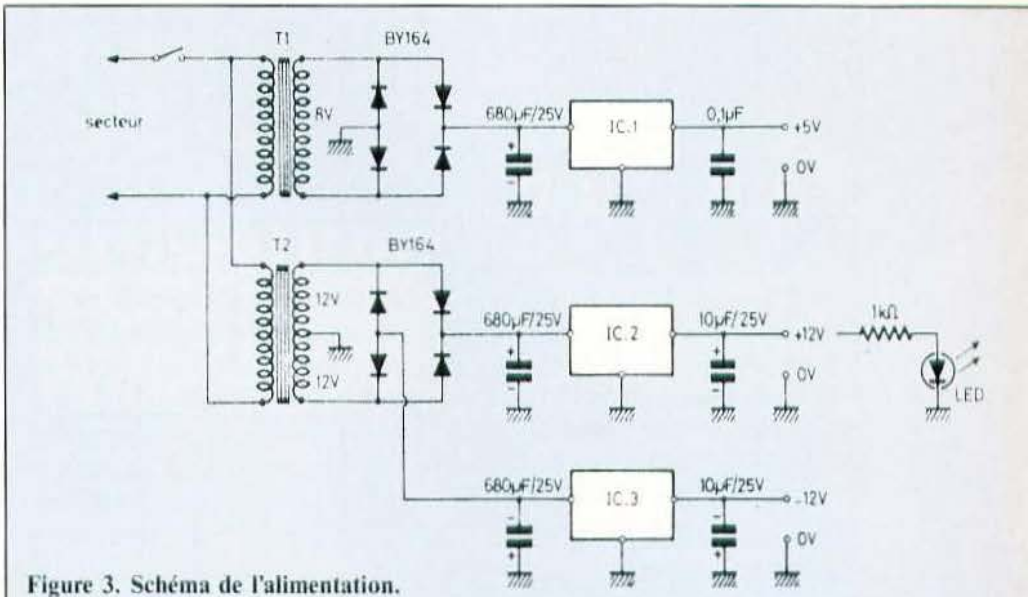
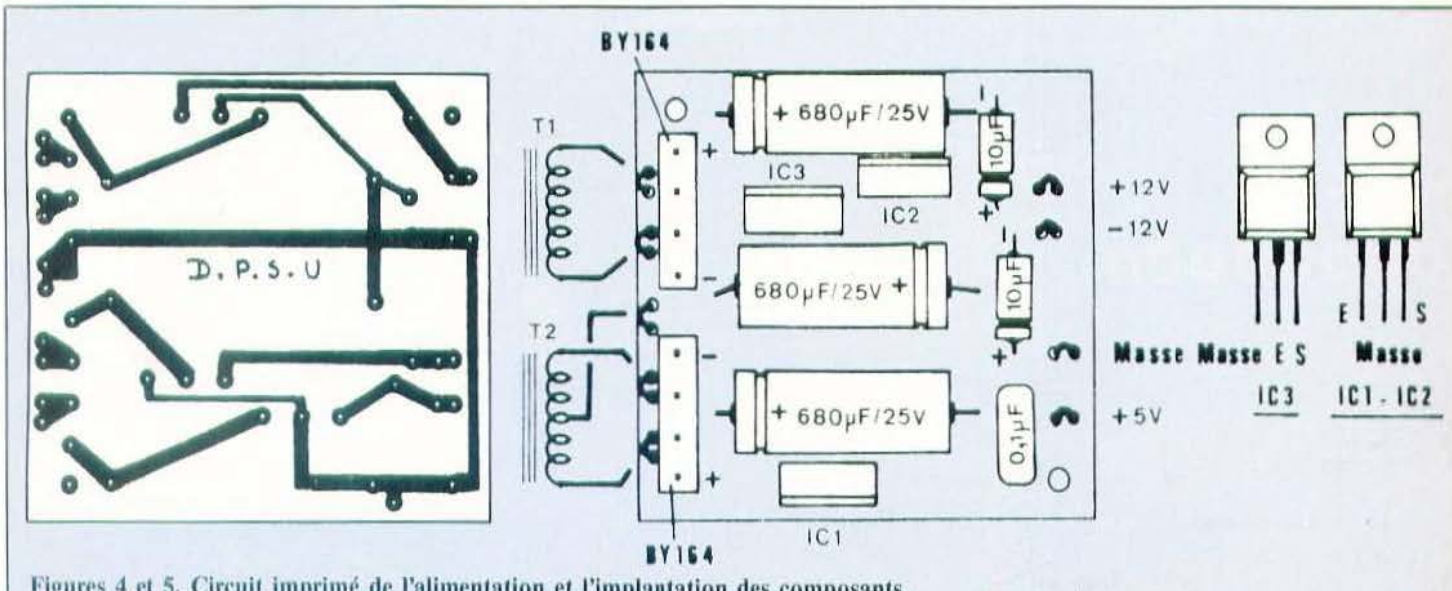


Figure 3. Schéma de l'alimentation.

Réalisation de l'alimentation

Elle ne présente aucune difficulté ; les composants sont des classiques comme le



Figures 4 et 5. Circuit imprimé de l'alimentation et l'implantation des composants.

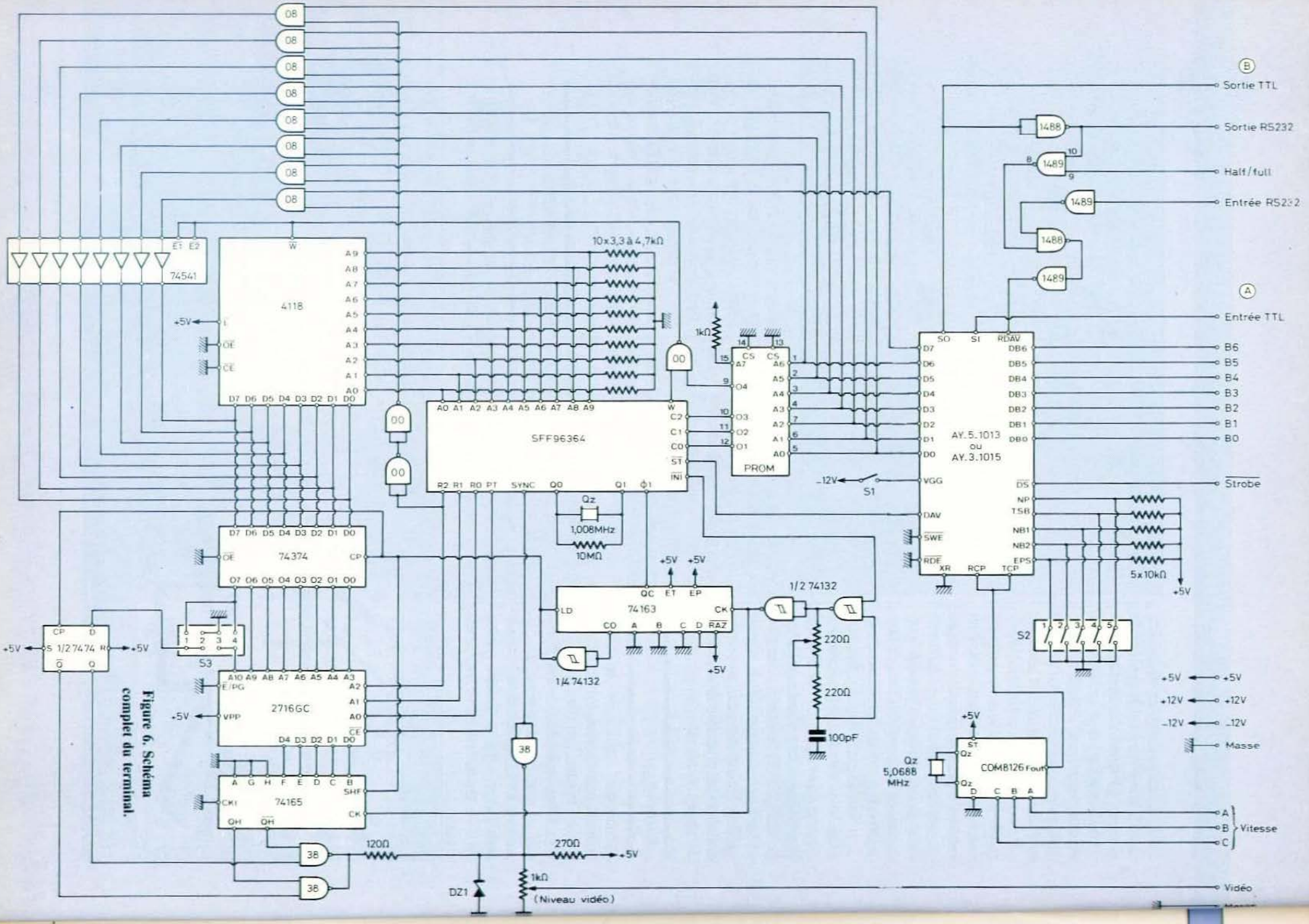


Figure 6. Schéma complet du terminal.

montre leur nomenclature vraiment peu critique ; quant à leur montage, il fait appel à un circuit imprimé simple face visible figure 4 dont le tracé très simple peut être fait par n'importe quelle méthode à votre convenance. Si la chimie du perchlorure de fer vous dégoûte, sachez que ce circuit, comme celui du reste du terminal (un double face à trous métallisés), est disponible prêt à l'emploi chez Facim, 19, rue de Hegenheim, 68300 Saint-Louis. Attention, le dessin de ce circuit a été prévu pour des ponts moulés à connexions en ligne tels les BY 164 de RTC par exemple. Retouchez le dessin ou tordez les pattes de vos ponts s'ils n'ont pas le même brochage que les nôtres. Les régulateurs IC2 et IC3 sont montés directement sur le circuit imprimé sans radiateur vu la faible consommation des + et — 12 volts ; IC1, en revanche, ne sera monté sur le circuit imprimé que si votre boîtier vous permet de visser sa partie métallique sur une paroi de celui-ci faisant office de radiateur ; dans le cas contraire, IC1 sera déporté et vissé sur une surface métallique de quelques cm^2 et il sera relié au circuit imprimé par des fils souples isolés. Dans ce dernier cas, il faudra monter entre la patte d'entrée et la patte de masse de IC1, un condensateur mylar ou polyester de 0,22 μF pour prévenir toute oscillation parasite.

Le schéma du terminal

Il vous est présenté figure 6 et ressemble de très près au synoptique de la figure 1 d'autant que nous avons essayé d'adopter des dispositions similaires pour les divers sous-ensembles.

L'UART occupe la partie droite de cette figure, surmonté par les classiques circuits d'interface TTL - RS 232 (et vice versa) que sont les 1488 et 1489 dont nous avons déjà parlé dans de précédents articles. Le bouclage un peu curieux de ces circuits permet le fonctionnement du terminal en «half duplex» et en «full duplex» (nous l'expliquerons lors de son mode d'emploi). Les interrupteurs S2 permettent de configurer l'UART, selon les divers formats de transmission en vigueur pour les liaisons série (nombre de bits de stop, parité, etc.) tandis que S1 permet ou non d'appliquer du — 12 volts sur la patte adéquate du support de l'UART ce qui autorise l'emploi des circuits récents monotension ou des «vieux» UART bi-tension.

Les lignes B0 à B6 et STROBE sont destinées au clavier tandis que le COM 8126 situé sous l'UART est le circuit générateur d'horloge de transmission. Par le jeu des diverses connexions possibles sur ses pattes A, B et C, il peut générer toutes les fréquences correspondant aux vitesses de fonctionnement admises par le terminal.

Les sorties D0 à D7 de l'UART sont appliquées à des portes ET 7408 dont nous avons largement détaillé le rôle lors de la présentation du synoptique et elles aboutissent, aussi, sur la PROM de décodage des caractères de contrôle. Les sorties des portes ET aboutissent sur les lignes de données de la mémoire via un amplificateur trois états, en effet les lignes de données de la mémoire sont des entrées/sorties et il ne faut donc leur appliquer des signaux que lorsque l'on veut écrire dans la mémoire. Les amplis trois états ne sont donc validés que lorsque la mémoire est mise en écriture par la ligne W issue de l'EF 9364.

Les sorties de la mémoire commandent ensuite huit registres intégrés dans un seul 74374 qui est suivi par le générateur de caractères réalisé au moyen d'une UVPROM type 2716. Cette façon de faire permet de disposer d'un générateur très économique et que vous pouvez, si vous le désirez, re-programmer vous-même (au moyen du programmateur décrit dans ce numéro de *Micro et Robots* par exemple).

Les interrupteurs S3 permettent de sélectionner les vieux types de vidéo utilisables (normale ou inversée) et les 7438 et les résistances forment le sommateur vidéo-synchro. L'oscillateur d'horloge de l'EF 9364 est piloté par un quartz relié directement à ce dernier tandis que l'horloge qui fixe le cadencement des caractères est réalisée au moyen d'un oscillateur à trigger de Schmitt constitué par les deux portes 74132. Le potentiomètre ajustable en fixe la fréquence ce qui détermine la taille de la ligne visualisée comme nous l'avons expliqué.

Afin de satisfaire le plus grand nombre d'utilisateurs, nous avons utilisé sur notre terminal un COM 8126 pour générer les diverses vitesses de transmission de l'UART ; en effet ce circuit peut tout générer, de 50 à 19200 Bauds mais, en micro-informatique, toutes ces vitesses ne sont pas utiles ; de plus, l'EF 9364 est incapable d'afficher correctement les caractères s'ils lui arrivent à plus de 1200 Bauds. De ce fait, et parce que les vitesses de 300 et 1200 Bauds sont les plus répandues, nous avons prévu un autre générateur d'horloge qui peut aussi se monter sur le circuit imprimé du terminal. Qui peut le plus peut le moins et le COM 8126 peut, en effet, se borner à servir pour du 300 ou du 1200 Bauds ; mais le COM 8126 vaut près de 150 F alors que le générateur simple de la figure 7 ne revient qu'à une vingtaine de francs ; à vous de choisir... Ce schéma, très simple, fait appel à un oscillateur — diviseur intégré réalisé en tech-

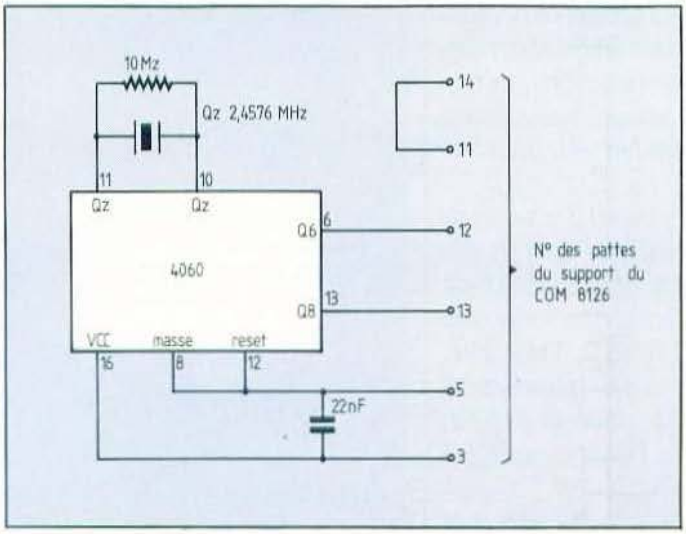


Figure 7. Générateur d'horloge de transmission simplifié.

nologie CMOS. En choisissant bien la fréquence du quartz et les sorties du diviseur, on peut disposer des fréquences correspondant aux deux vitesses 1200 et 300 Bauds. Pour ne pas réaliser deux versions de circuits imprimés différentes ce qui augmente inutilement les coûts de fabrication, le circuit du terminal est prévu pour un COM 8126 et cet oscillateur économique se monte sur un minuscule circuit imprimé qui s'enfiche dans le support prévu pour le COM 8126.

Les composants

Bien que leur nomenclature ne pose pas de problème, nous estimons utile de vous donner quelques indications à leur sujet. Les circuits logiques ne posent aucun problème et peuvent être choisis dans les familles LS ou normales sans incidence sur le fonctionnement de l'ensemble. L'UART, quant à lui, peut-être de n'importe quel type équivalent aux références citées dans le tableau de nomenclature. Lors de l'achat, et si votre modèle ne correspond pas à un des nôtres, faites-vous préciser s'il est mono ou bi-tension.

L'EF 9364 est disponible chez tous les revendeurs de micro-informatique (parfois sous son ancienne référence SFF 96364) : attention il faut choisir la version A qui est, en principe, la seule disponible en Europe puisque l'autre version (B) correspond au standard TV américain.

La PROM de décodage des caractères de contrôle est disponible toute programmée chez Facim sous la référence DECOCTIL, de même que la 2716 génératrice de caractères sous la référence TVSG. Cette dernière mémoire pourra cependant être programmée par vos soins si vous le désirez selon les indications fournies dans notre prochain numéro.

La RAM peut-être une 4118 ou 4801 de Mostek mais, ces modèles étant en voie d'extinction, le circuit peut aussi recevoir sans aucune modification des 2 k mots de 8 bits telles que MK 4802, TMM 2016, HM 6116, D 416 et plus généralement toute mémoire de 2 k mots de 8 bits en boîtier 24 pattes au brochage normalisé Jedec.

Le quartz 1,008 MHz sur l'EF 9364 n'est pas une obligation et un 1,00 MHz convient aussi. La seule différence avec ce dernier est que vous risquez une légère ondulation de l'image si votre récepteur TV ou votre moniteur n'a pas une alimentation très bien filtrée. Le quartz 5,068 MHz du COM 8126 ou le 2,4576 du 4060 sont disponibles chez Facim tandis que le COM 8126 est disponible chez Pentasonic.

Bien que non obligatoires, les supports sont recommandés, au moins pour l'UART, le 9364, la RAM, la PROM, le générateur de caractères et les 1488 et 1489 qui sont exposés au «monde extérieur» et aux risques d'erreur de connexion.

Conclusion

Nous en resterons là pour ce numéro, la réalisation pratique de ce terminal vous sera proposée le mois prochain conjointement à son mode d'emploi, ses divers modes de configuration et un descriptif de toutes ses possibilités d'emploi.

C. Tavernier

Nomenclature des composants de l'alimentation

Semi-conducteurs

- PT1, PT2 : Ponts moulés 50V/1A ou plus, par exemple BY164
- IC1 : Régulateur 5V/1A, positif, µA 7805, MC 7805, LM 340 T5..
- IC2 : Régulateur 12V/1A, positif, µA 7812, MC 7812, LM 340 T12...
- IC3 : Régulateur 12V/1A, négatif, µA 7912, MC 7912, LM 320 T12...
- LED : Tous modèles

Résistances-Condensateurs

- 1 Résistance 1 kΩ 1/2 W
- 3 Chimiques 680 à 1000µF/25V
- 2 Chimiques 10µF/25V
- 1 Mylar ou polyester 0,1µF

Divers

- T1 : Transformateur 220 V - 8 à 10 V/1A
- T2 : Transformateur 220 V - 2×12 à 2×15V/0,1A

Nomenclature des composants du terminal

Semi-conducteurs

- 1 AY-5-1013 (bi), COM 2502 (bi), TMS 6011 (bi), TR 1402 (bi), AY-3-1015 (mono), COM 8502 (mono)..
- 1 SFF 96364 A ou EF 9364 A
- 1 COM 8126 (horloge complète) ou 4060 CMOS (horloge économique)
- 1 MK 4801 pu MK 4118 ou MK 4802 ou TMM 2016 ou HM 6116 ou D 416
- 1 PROM 7611 pré-programmée (référence DECOCTL chez Facim)
- 1 2716 ou 2516 vierge ou pré-programmée (référence TVSG chez Facim)
- 1 MC 1488 ou LM 1488
- 1 MC 1489 ou LM 1489
- 1 7400 ou 74 LS 00
- 1 7408 ou 74 LS 08
- 1 7438 ou 74 LS 38
- 1 7474 ou 74 LS 74
- 1 74132 ou 74 LS 132
- 1 74163 ou 74 LS 163
- 1 74165 ou 74 LS 165
- 1 74374 ou 74 LS 374
- 1 74541 ou 74 LS 541
- 1 Zener 12V/0,4W (BZY88C12V, BZX83C12V,...)

Résistances-Condensateurs

- 1 Réseau de résistances en boîtier DIL, 15 résistances, 1 point commun, valeur 3,3 kΩ 4,7 kΩ
- 10 ou 11 Résistances 1/4W 5% : 1×10 MΩ, 5×10 kΩ, 1×1 kΩ, 1×270 Ω, 1×220Ω, 1×120Ω + 1×10 MΩ si horloge économique
- 2 Potentiomètres ajustables carbone au pas de 2,54 mm, modèles debout, 1×220Ω, 1×1 kΩ
- 1 Condensateur céramique 100 pF
- 8 Condensateurs céramique multicouches 22 nF au pas de 2,54 mm ou 5,08 mm (découplage)

Divers

- 1 Bloc de 4 mini-interrupteurs en boîtier DIL
- 1 Bloc de 8 mini-interrupteurs en boîtier DIL
- 1 Quartz 1,008 MHz ou 1,00 MHz
- 1 Quartz 5,068 MHz (horloge complète) ou 2,4576 MHz (horloge économique)
- 19 Support de CI : 1×40p, 1×28p, 2×24p, 2×20p, 4×16p, 9×14p
- 2 Connecteurs coudés pour câble plat, mâles, à souder sur CI, 2×10 contacts
- 1 Connecteur Europe 64 points, 2 rangées de contacts, mâle, coudé à souder sur CI
- 1 Connecteur Europe 64 points femelle pour dito
- 1 Circuit imprimé référence TVSG chez Facim

PETITES ANNONCES

Lecteurs de *Micro et Robots*, nous mettons à votre disposition un service de petites annonces payantes. Celles-ci sont exclusivement réservées aux particuliers. Faute, pour l'instant, de pouvoir y vendre vos robots, vous pourrez y échanger vos micros, logiciels ou programmes, y chercher des offres d'emplois, en faire la demande ou encore vous regrouper en club, etc.

Tarifs : Ceux-ci sont uniformes, la ligne de 31 lettres (signes ou espaces) : **22** F T.T.C.

Attention : L'abonnement d'un an à *Micro et Robots* donne droit à une petite annonce gratuite de 5 lignes. (Rappeler votre numéro d'abonné dans ce cas-là).

Impératif : Nous prions nos annonceurs de bien vouloir noter que le montant des petites annonces doit être **obligatoirement** joint au texte envoyé (date limite : le **10** du mois précédent la parution), le tout devant être adressé à la Société Auxiliaire de Publicité (S.A.P.), 70, rue Compans, 75019 Paris. Tél.: 200.33.05.
C.C.P. Paris 3793-60 D.

ÉLÈVES INGÉNIEURS
EN ROBOTIQUE

Recherchent **stages de fin d'études** d'une durée de 4 mois à partir d'avril 85 (France ou étranger) dans les domaines de : la robotique, l'intelligence artificielle, la CFAO...
S'adresser à : Association des élèves d'IMERIR (Institut Méditerranéen d'Informatique et de Robotique) 7, rue de la Vieille Intendance 66000 Perpignan. Tél.: (68) 52.78.71 (Membre de l'AFRI).

Vds Commodore 64 Sécam-Péritel, sous garantie, avec jeux 3.000 F. 1 lecteur cassette 300 F, 1 méthode BASIC (1 livre + 2 cas.) 200 F. Nombreux livres et cartouches neufs, 1/2 prix. Tél.: (49) 47.93.05.

Vds moteurs pas à pas 200 pas/tour 180 F. Tél. (16-84) 22.23.81.

Vds lecteur de disquettes 5" BASF n° 6138:96 TPI Slim Line DF/DD (1 Mo). Prix : 2550 F. Neuf. — B. CAULIER. Route de Cerdon 45670 ISDES. Tél.: (38) 36.03.43.

Vds ZX81 + 16 K intégré + alim. secourue par Accu. + grande collection de livres et prog. ≈ 780 F. — ROUVET Laurent. Tél.: 576.33.03.

Vends MacIntosh 19 000 F et Apple 2c 10 500 F les 2 neufs 10/11/84 et leurs accessoires cause triple emploi.
E. Tourlet, 26, rue Ronsard, 91470 Limours. Tél. : 16 (6) 458.25.68.

Vends Matra-Alice (avec manuel et câble péritélévision) impeccable, 650 F. Tél. : 721.18.64, à partir de 20 h.

electro-puce

CIRCUIT INTÉGRÉ

EFCIS

7910	464,00
9365-66	373,00
9367	454,00

INTEL

8085	70,50
8088	175,00
8251-53	62,00
8255	60,50
8259	78,50
8272	265,00
8279	69,50

MOTOROLA

6802	36,50
6809	69,00
6821	19,50
6840	41,00
6845	85,50
6850	19,50

ROCKWELL

6502	88,50
65C02	156,50
6522	78,00
6532	100,00
6545	135,00
6551	95,00
Version A	+ 10 %

ZILOG

Z80 A CPU	39,50
Z80 PIO	39,50
Z80 CTC	39,50
Z80 SIO	111,00
Z80 DMA	131,50
8671	300,00

WESTERN DIGITAL

1771	225,00
179X	265,00
279X	520,00
9216	125,00

MÉMOIRES

4116	17,00
4416	95,00
4164	68,00
2716	35,00
2732	60,00
2764	110,00
6116	75,00
5565 par X07	350,00

TTL 74 HCT

137-138-139	11,50
240-241-244	23,50
373-374	25,50
540-541	23,50
245-645	26,50

QUARTZ

1,8432	30,50
2	30,00
2,4576	28,00
3,579545	14,50
4	13,50
8	13,00
12	13,50
14,31818	13,50

CONNECTIQUE

ECC
Connecteurs double face au pas de 2,54 mm à enficher sur tranches de circuit imprimé.
Nbre de contacts

20	34,50
26	39,00
34	40,50
40	50,00
50	56,50
60	65,50
Détrompeur	1,00

WWP
Connecteurs femelles à monter sur câble.
Nbre de contacts

10	13,50
14	15,00
16	16,00
20	17,00
26	18,00
34	22,00
40	26,50
50	28,00

EP
Connecteurs de transition, embases mâles à monter sur cartes.
Nbre de contacts

	Droits	Coudés
10	15,50	16,00
14	17,00	17,50
16	17,50	18,00
20	18,50	20,00
26	20,50	22,50
34	23,00	25,50
40	25,50	28,00
50	29,00	32,00

COIN 41612 (a + c)

Mâle coudé	17,50
Femelle droit	38,50

DELTA RIBBON
36 (centronic) 73,50

SUPPORTS
Double lyre (la broche) 0,10
Tulipe (la broche) 0,30
Insertion nulle 28 pts 122,00
DIP SWITCH 8 positions 17,50

CABLE PLAT le mètre

14	8,50
16	10,00
20	12,00
26	15,00
34	20,50
40	25,50

CABLE ROND
14 14,00

Tous nos prix sont T.T.C. et variables en fonction du Dollar
Vente par correspondance : (frais d'envoi : 15,00 F).

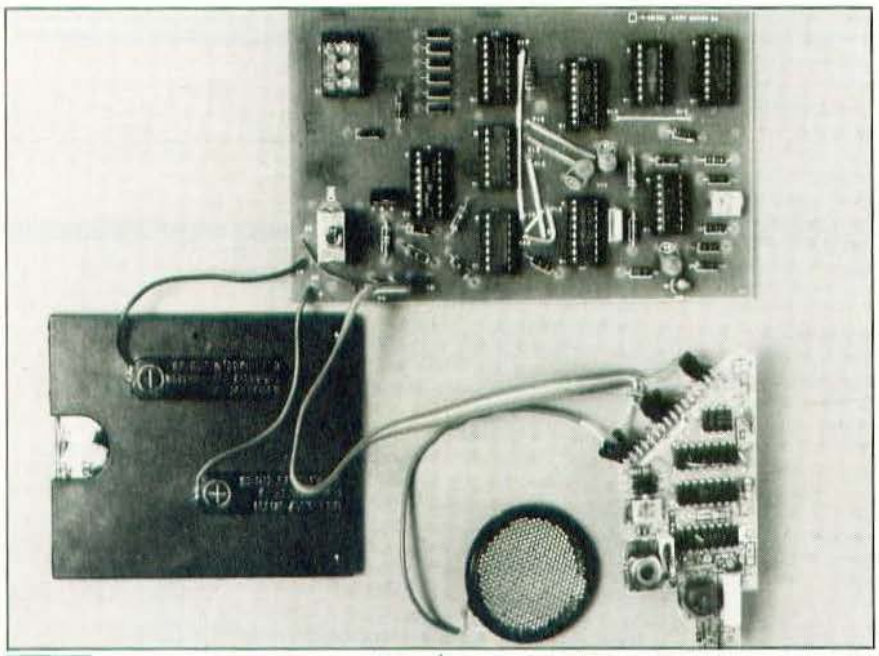
4, rue de Trétaigne 75018 PARIS M° Jules Joffrin Tél. : (1) 254.24.00

Heures d'ouverture : 9 h 30-12 h - 14 h-18 h 30 du lundi au samedi

Pour recevoir un catalogue, nous retourner ce coupon
NOM :
FONCTION :
SOCIÉTÉ :
ADRESSE :
TEL :

IN SITU

Les applications industrielles des ultra-sons peuvent aller jusqu'à la reconnaissance de formes : une étude a pu être réalisée, en ce sens, à l'usine Renault de Sandouville



La collaboration entre l'industrie et l'université débouche sur des applications industrielles. De nombreuses sociétés accueillent des étudiants en stage de fin d'études pour leur offrir la possibilité de mettre en application, dans un cadre réel, leurs connaissances, essentiellement théoriques acquises lors de leur passage en université. L'application des ultra-sons décrite ici est le fruit d'une étude de M. Martin Hervé (*), accomplie lors d'un stage de D.E.A. à l'usine Renault de Sandouville.

Le problème

La reconnaissance de forme, dans le domaine de l'automobile consiste, dans le cas de cette étude, à distinguer divers types de carrosseries susceptibles de se présenter les unes derrière les autres sur une chaîne de fabrication. Une fois le véhicule reconnu, on pourra programmer les opérations à effectuer sur les robots de manipulation, de fabrication, ou de traitement. La reconnaissance de forme peut évidemment s'opérer par caméra et traitement d'image, procédé «lourd» lorsque le nombre de situations à évaluer est relativement faible et qu'il ne s'agit que d'une discrimination. La flexibilité des chaînes de fabrication est telle que les véhicules peuvent se présenter sur des supports de diverses hauteurs. Suspendus sur convoyeurs, les véhicules peuvent également se balancer. Quant à la vitesse de la chaîne elle peut varier et l'arrêt doit être envisagé, sans pour autant perdre la fonction reconnaissance.

Les capteurs télémétriques

La solution télémétrique retenue pour les capteurs est celle de Polaroïd (voir *Micro et Robots* n° 2). A priori, cette méthode de mesure présente de gros avantages, notamment au niveau du coût et de la présentation d'un produit fini, les distances à mesurer se situant dans la plage du système Polaroïd. Le transducteur, successivement émetteur et récepteur, s'installe facilement ; en revanche, il ne travaille correctement que dans une valeur

de température allant de 0 à 60°C, acceptable sauf si les mesures doivent être effectuées en extérieur. Un autre inconvénient, non mentionné, reste celui des erreurs introduites par une visée sur une surface non perpendiculaire à l'axe du capteur : l'indication si elle est erronée, n'interdit cependant pas la discrimination.

L'exploitation des mesures

Microprocesseur ou automate programmable ? Tel était le choix à déterminer. Un examen des tâches à accomplir a abouti à la sélection de l'automate programmable, plus facile à adapter et nettement plus simple à mettre en œuvre et à simuler.

L'automate choisi est un SMC 500 de SMC-Renault capable de gérer jusqu'à 1024 entrées-sorties tout ou rien, et autant d'analogiques. Sa mémoire offre une capacité de 8 k mots. L'unité centrale est bâtie autour d'un microprocesseur 6800 et le jeu d'instructions réunit les fonctions séquentielles classiques, les fonctions arithmétiques et de traitements divers. Le SMC 500 reçoit du télémètre Polaroïd des informations binaires résultant d'une conversion de l'information des trois digits, conversion mobilisant, pour chaque capteur, 12 entrées numériques de l'automate. L'automate assure ici plusieurs fonctions : il gère la séquence de mesure déclenchée par une cellule photo-électrique, effectue les calculs et donne ensuite les ordres d'exécution.

La reconnaissance

La reconnaissance commence par une classification des «objets» à reconnaître, autrement dit par une prise en considération de la forme du véhicule à identifier. Une première estimation conduisait à une conception nécessitant trois capteurs de distance associés à un détecteur photo-électrique. Les capteurs de distance entouraient la voiture, deux étant placés sur les côtés et le troisième au-dessus.

Cette méthode permettait une économie de mémoire et une discrimination relativement facile, mais avait l'inconvénient de nécessiter la mise en place de capteurs au sol, risquant d'être détériorés. Une autre formule a été préférée, consistant à installer trois capteurs au-dessus de la voiture, dans un même axe médian, capteurs... qui envoient, au moment du déclenchement de la mesure, une série de quatre informations, ce qui donne au total 12 points d'analyse du profil de la voiture.

La mesure se déclenche grâce à une cellule photo-électrique judicieusement placée. En effet, l'examen du profil respectif de voitures aussi différentes que les R 18 et R 20 (étude effectuée en 1982) montre des différences relativement insignifiantes au regard des tolérances de la mesure et du système de transport (le choix de l'emplacement des capteurs permet d'augmenter les différences relatives mais l'instant de déclenchement intervient également). Pratiquement, il s'avère intéressant de situer le détecteur optique au niveau du montant joignant le toit au bas à la carrosserie.

Les cotes des carrosseries sont introduites dans l'automate soit par un apprentissage de la forme du véhicule lors de son premier passage dans la zone de reconnaissance (dans ce cas, on s'attache à ce que la ligne de référence pour les cotes soit la bonne), soit directement dans la mémoire. Pendant l'exploitation, les mesures sont chargées puis analysées par comparaison avec les références. Si le véhicule n'est pas identifié, un signal apparaît et l'on bascule alors en mode manuel, mode permettant éventuellement de passer un véhicule hors classification dans la chaîne.

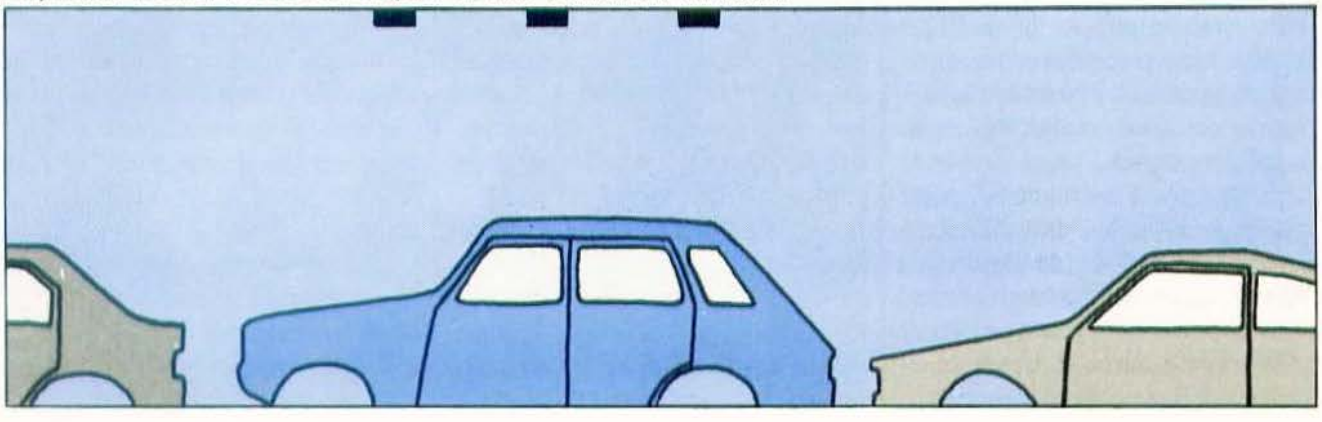
Conclusions

Les essais simulés ont permis de montrer l'efficacité du système de reconnaissance par télémétrie ultra-sonore, procédé relativement simple à mettre en œuvre. Le choix de l'automate programmable s'est imposé après une étude comparative des mérites respectifs du micro-processeur et de l'automate programmable. Il reste maintenant à attendre une application industrielle. ■

Etienne Lémery

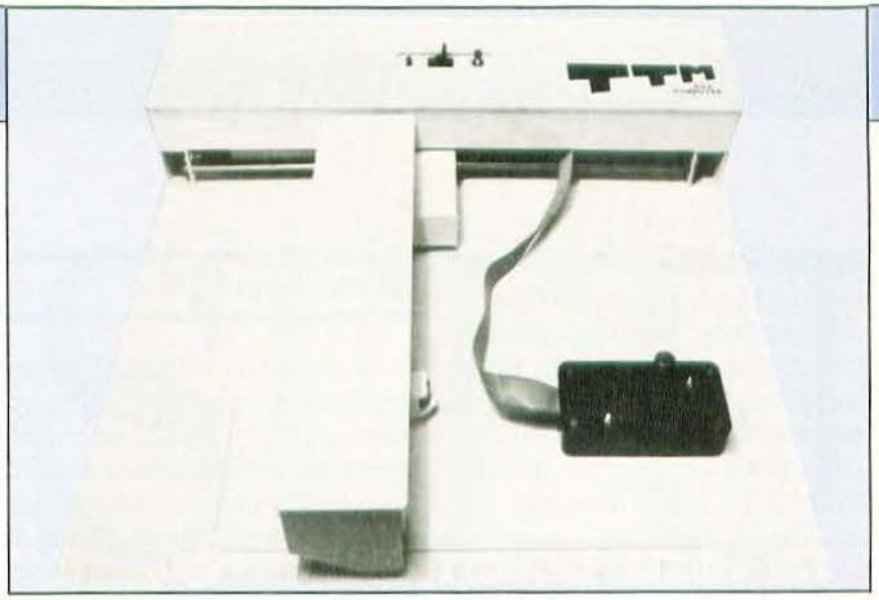
* Université de Technologie de Compiègne. Laboratoire d'Electronique et d'Automatisme U.E.R.S.T. Le Havre.

Disposition retenue, lors de l'étude, pour les trois télémètres à ultra-sons.



TEST

Cette table traçante XY offre un double intérêt : sa présentation en kit, d'une part et son faible prix, d'autre part. En option, l'on pourra aussi faire l'acquisition d'un logiciel (pour Oric 1/Atmos) offrant un certain nombre de macro-commandes.



PLAISIRS DE

La représentation graphique des résultats du traitement de l'information prend actuellement une importance croissante. Son caractère très synthétique permet de condenser en un document facilement compréhensible, et ce qui ne gâche rien, souvent esthétique, des masses de renseignements considérables. Cet essor est en partie lié au développement de la micro-informatique individuelle. En effet le micro-processeur du petit système accède beaucoup plus rapidement à la mémoire d'affichage que le processeur d'un ordinateur «lourd». Cela est simple à comprendre : alors que la vitesse de dialogue entre un terminal et l'hôte plafonne, en général, à 19 200 bauds, le micro-processeur est, lui, directement «branché» et les transferts se chiffrent en centaines, voire en milliers de K-octets par seconde.

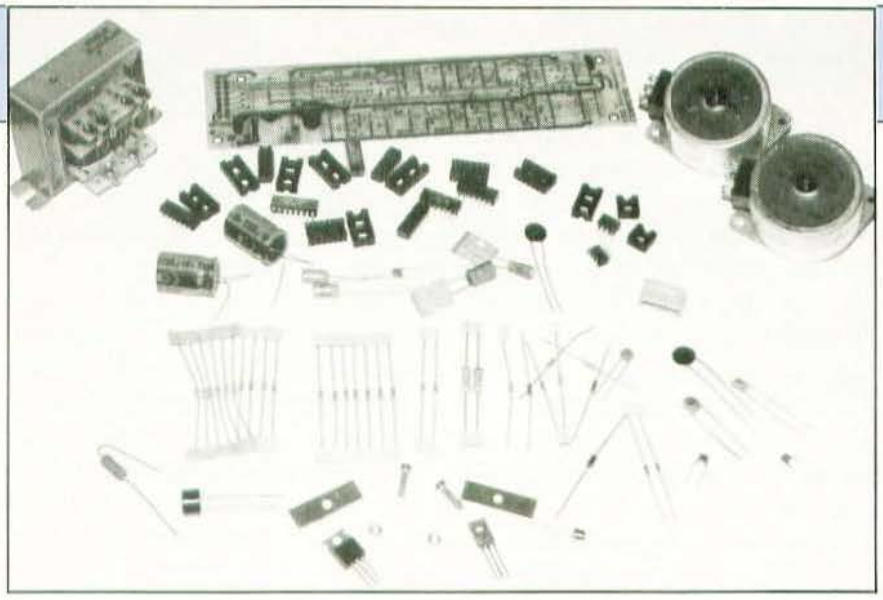
Le faible coût des mémoires, la relative facilité de réalisation de cartes vidéo moyenne résolution (de l'ordre de 300 × 600 pixels) et l'aspect plus amical (User friendly) des interfaces graphiques concourent à leur implantation dans tous les micro-ordinateurs. Les images électroniques ainsi créées sont aussi attractives que labiles. Les imprimantes graphiques, en permettant la sauvegarde des document générés, apportent une solution partielle : la résolution limitée de l'image, le plus souvent monochrome, lui confère un aspect pointilliste assez particulier. Pour des applications précises (tracés de plans, de graphiques...) resurgissent des périphériques que l'on pouvait penser réservés aux applications les plus pointues des domaines les plus spécialisés : les tables traçantes. Malheureusement, leur prix n'a pas suivi la courbe descendante de ceux des imprimantes et restent dans l'ensemble assez élevés pour ne concerner que les professionnels ou les amateurs fortunés. Vous objecterez qu'il existe des imprimantes-traçantes. Certes, mais il s'agit de «bas de gamme», limitées en vitesse et en taille du papier. Au demeurant, elles présentent un rapport service/prix imbattable pour le marché des petits micro portables.

Si vous n'êtes ni professionnel, ni très fortuné et que vous ne pouvez vous contenter d'une imprimante-traçante, il vous reste la possibilité de fabriquer votre propre trable traçante. Si de plus, vous êtes rebuté par la conception d'un tel engin, sachez que SOS Computer propose un kit complet destiné aux amateurs, permettant de réaliser à peu de frais une table traçante aux performances honorables (voir tableau).

Dimensions : 430 × 420 × 75 mm
Papier : format A4 (utilisable : 265 × 175 mm)
Vitesse d'écriture : 40 mm/s maximum
Résolution : 0,29 mm
Interface : parallèle Centronics, câble de liaison en option.
Construction : polystyrène-choc, tiges de guidage en inox

La table traçante TTM a pour origine une réalisation décrite dans la revue *Micro-Systemes* par P. Courbier et Y. Jannin. P. Courbier est l'initiateur de la méthode «Hobbystyrène», terme désignant l'art et la manière d'utiliser des feuilles de polystyrène-choc, un matériau peu coûteux et de mise en œuvre aisée. Vous trouverez dans le numéro précédent de *Micro et Robots* la technique détaillée de son utilisation.

L'ensemble se présente sous forme d'un kit complet dont le montage est à la portée d'un bricoleur moyen. Celui-ci devra déjà avoir quelque expérience de telles réalisations pour la mener à bien sans pro-



E TABLE

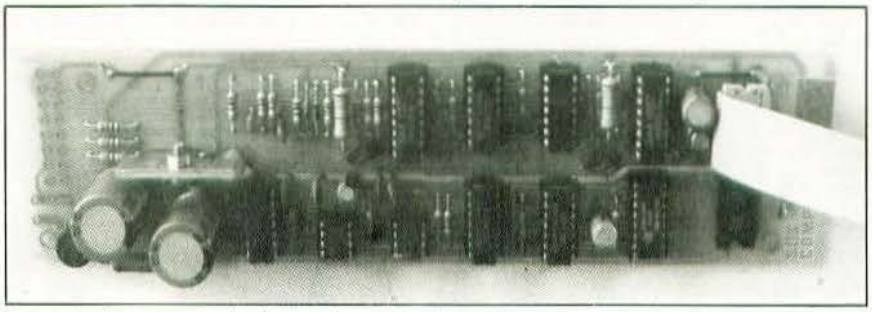
blèmes. Le débutant s'abstiendra : le prix de TTM ajouté à celui de l'outillage nécessaire forme une somme rondelette pour un échec toujours possible, l'avantage financier de la solution «kit» disparaîtrait immédiatement.

Montage mécanique

Les feuilles de polystyrène sont livrées gravées et pointées : la découpe se fait par cassure le long des traits de gravure, après avoir percé et marqué les différentes pièces. L'assemblage est mené sans difficulté particulière, à condition de suivre la notice. Celle-ci détaille remarquablement les différentes phases de la fabrication et se tromper devient un tour de force ! Il convient de signaler que quelques imprécisions et inversions sans grands effets pour le réalisateur attentif (l'une des qualités premières requises pour un tel hobby) peuvent semer le doute dans l'esprit de l'impatient. Gageons que ces lacunes seront bientôt comblées. Pour l'instant, vous voilà avertis !

Nous ferons quand même quelques remarques sur les méthodes préconisées :

1) l'emploi du trichloréthylène comme solvant pour les collages est des plus discutables. Il s'agit d'un organochlore volatil et nocif, et travailler «fenêtre ouverte pour les vapeurs de trichlo» ne garantit aucunement contre l'inhalation du produit, d'autant que la notice conseille un bac métallique «long de 40 cm» rempli de «1 à 2 mm» ! Avis aux amateurs... de paradis artificiels ! Il existe des spécialités pour ce genre de collages délicats, qui présentent moins de dangers d'utilisation.



La carte de commande des moteurs pas à pas.

Pour notre part, nous avons employé la colle «Uhu-Plast», présentée dans un tube dont l'embout très effilé autorise un travail soigné.

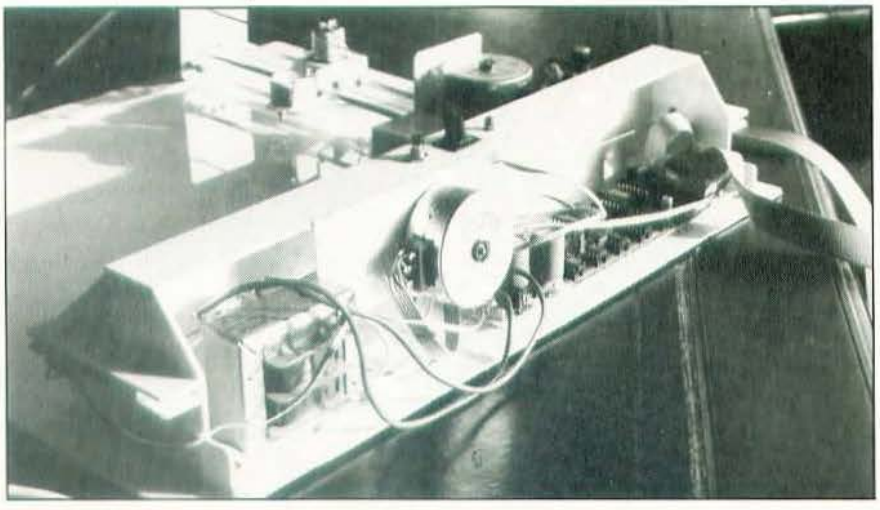
2) De même, on pourra dégraisser les tiges de guidage à l'éthanol (alcool à brûler, ou à 90°)

3) Pour les perçages, l'emploi d'une chignolle manuelle et de mèches à bois simplifiera cette phase toujours délicate. Le perçage s'effectuera directement au diamètre voulu, le profil de la mèche offrant un centrage et une découpe périphérique irréprochables. Par expérience, nous déconseillons la perceuse électrique et les forets à métaux...

Lors des essais de TTM, nous avons rencontré quelques difficultés :

— Les détecteurs de fin de course fournis sont trop durs et ne remplissent pas

A l'arrière, la mise en place de l'alimentation et de la carte.



Le kit TTM comprend tous les composants nécessaires au montage de la table (mécanique, électronique...), et est vendu 1 660 F. Un boîtier de commande est proposé en option pour 197 F. Il est aussi possible de se procurer séparément les différents lots de pièces de TTM.

Lot A : Electronique (sans le circuit imprimé)	260 F
Lot B : Matériel électrique (avec l'électro-aimant)	81 F
Lot C : Pièces métalliques	288 F
Lot D : Pièces en polystyrène	715 F
Lot E : Moteur pas à pas (la pièce)	220 F
Lot F : Transformateur	64 F
Lot G : Circuit imprimé	125 F
Lot H : SAA 1027 (commande des moteurs, la pièce)	65 F
Lot I : Electro-aimant	45 F
Lot J : Stylo	14 F
Lot K : Documentation	250 F

On remarquera que TTM est beaucoup plus coûteuse si on l'achète par lots ! Cette solution présente néanmoins un intérêt dans certains cas : on peut, par exmple, considérer le kit électronique comme un composant particulier et concevoir de nouvelles applications mécaniques... TTM est distribuée par : SOS Computer, 78, rue de Dunkerque 75009 Paris. Tél. : 281.03.73.

leur fonction ! Il semblerait qu'il s'agisse d'un problème d'approvisionnement sur un lot donné.

— Une certaine irréversibilité dans le montage nous est apparue. D'autres techniques que le collage pur et simple de certaines pièces (rails de guidage, support de moteur) auraient pu être envisagées qui autoriseraient une plus grande souplesse de maintenance ou de modification.

La carte électronique

Cette carte regroupe la quasi-totalité des composants nécessaires au fonctionnement de la table traçante, à l'exception du transformateur, des moteurs et de divers interrupteurs. Elle rassemble les fonctions :

— alimentation (redressement, filtrage, régulation),

— interface parallèle avec l'ordinateur hôte,

— commande des moteurs et de la plume.

Nous ne referons pas la description complète du fonctionnement de la carte, cette étude ayant déjà été publiée par les inventeurs de TTM, messieurs Courbier et Jannin, dans la revue *Micro-Systèmes* (cf. références). La lecture de cette série d'articles sera profitable à quiconque désirerait entreprendre cette réalisation. Nous nous contenterons modestement d'une exégèse rapide du schéma électronique.

L'alimentation

Rien que du très classique : la tension fournie par le transformateur est redressée puis filtrée. On prélève à ce niveau l'alimentation du lève-plume. Après un lissage par cellule R/C, on récupère la tension d'alimentation des moteurs et de leurs circuits de commande. Un régulateur intégré fournit le 5 volts requis par les circuits TTL.

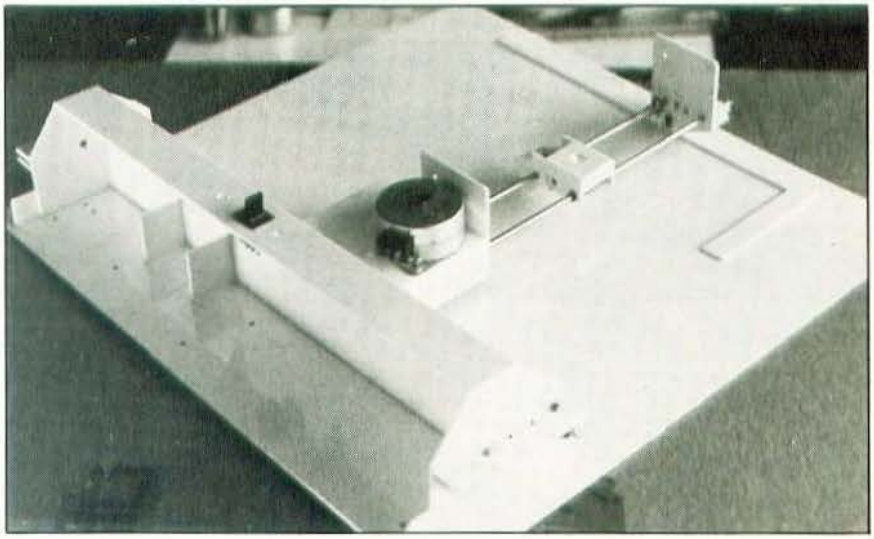
L'interface parallèle

Basée sur la norme *de facto* Centronics, elle permet le raccordement quasi-immédiat de la table sur le port imprimante parallèle de tout ordinateur qui en est muni. Un petit pensum est réservé au candidat réalisateur : il lui faudra fabriquer lui-même son câble, la carte étant équipée d'un connecteur DIL non-standard (mais compact et peu onéreux...). Cela n'a rien de rebutant et est même facile si l'on utilise des connecteurs à déplacement d'isolement. D'ailleurs, peu nombreux sont les micro-ordinateurs utilisant le connecteur standard Centronics (pensez aux TRS-80, Oric, Atmos). A défaut, un port d'entrées/sorties suppléera : port utilisateur des Commodores 4000, VIC 20, CE4, carte 8 E/S pour les ZX-81...Le dialogue entre la table et l'ordinateur est réduit a son strict minimum. La réception de l'impulsion de Strobe déclenche un monostable fournissant alors le signal Busy à l'ordinateur qui devra attendre sa retombée pour émettre une nouvelle commande. Les données, échantillonnées par Strobe sont traitées par un automate en logique TTL utilisant deux circuits spécialisés pour la commande directe des moteurs pas à pas.

La réalisation

Nous avons particulièrement apprécié la fabrication très achevée du circuit imprimé. L'implantation a été complètement repensée depuis la description initiale. La disposition des composants est dense et régulière, mais le câblage reste clair par l'emploi d'une platine double face à trous métallisés. La gravure fine et précise, l'étamage soigné sont d'une facture très professionnelle. Nous ferons quand même un petit reproche : à ce point, l'utilisation de deux solder-resists et d'une sérigraphie (que nous regrettons d'autant plus que le document de base existe déjà à preuve, il est inclus dans la documentation fournie) aurait parachevé cette carte au demeurant «très jolie». Pour l'heure, il faut se munir d'un fer à souder à panne fine, et faire attention aux ponts de soudure éventuels. Le sachet «electronique» contient tous les composants nécessaires. De catégorie grand

Le chariot monté, avec l'un des deux moteurs.



On peut distinguer les deux interrupteurs de fin de course.

public, ils ont néanmoins un aspect engageant. Une mention particulière pour les condensateurs chimiques : radiaux et de la bonne taille, ils s'implantent sans problème. Une nomenclature permet de vérifier que rien ne manque. L'utilisation systématique de supports pour les CI's a parfois des inconvénients : mauvais contacts, capacités parasites... Ici, nous ne pouvons que l'apprécier : c'est un gage de facilité de réparation en cas de malheur car dessouder un circuit intégré d'une carte à trous métallisés est une opération souvent difficile pour l'amateur.

Pour le câblage de la platine, il vous faudra compter entre deux et trois heures de travail, selon votre dextérité et l'attention que vous porterez à la mise en forme et à l'implantation des composants. La phase critique est le positionnement des résistances : à défaut d'une sérigraphie sur le circuit, un peu de réflexion permet de déterminer quels sont les bons trous ! La suite ne présente pas de difficultés majeures. Il ne faudra pas oublier les deux straps si le type de moteur le requiert.

Enfin, un petit truc : si, comme nous, l'idée de souder directement des fils sur une carte vous rebute, vous pourrez peupler le bornier à l'aide de cosses pour circuits imprimés (Tandy 276-9185 par exemple).

En conclusion

Il est temps de tempérer nos observations très critiques. Nombre de nos remarques peuvent être justifiées par le bas prix de TTM. On ne peut prétendre disposer des perfectionnements et de la qualité d'une Benson pour moins de 2 000 F ! Certes TTM est perfectible, mais son avantage particulier est d'exister, d'autant que sa conception lui permet d'évoluer à votre gré. Ayant passé une vingtaine d'heures à sa réalisation, vous pourrez commencer à apprécier ses services. TTM vous ouvrira de larges champs d'expérimentation, tant logiciels que matériels. ■

Service lecteur : cerclez 18

J. Illous et Ch. Di Caro

Motor Model

95, rue Robespierre - 93100 MONTREUIL
Tél. : (1) 851.51.15
Heures d'ouverture : de 9 h 30 à 12 h 30
et de 14 h 30 à 19 h 30
du lundi au samedi

POUR LES AMATEURS PASSIONNÉS DE ROBOTS

- Accus c/d et plombs, chargeurs, alimentation, cellules solaires.
- Radio-commandes, servomécanismes, accessoires et toutes pièces détachées.
- Profilés et métaux, tubes, tiges en alu, laiton, inox, etc. Découpes sur demande.
- Engrenages laiton, visserie, colles, bois durs et balsa.
- Maquettes radio-commandées et outillages spécialisés.

DES PROTOTYPES
DE ROBOTS MECANIQUES

VENTE PAR CORRESPONDANCE

BON A DECOUPER

VEUILLEZ M'ENVOYER UNE DOCUMENTATION SUR .....
.....
NOM ..... PRENOM .....
ADRESSE .....
.....
CODE POSTAL ..... VILLE .....

TEST

A TOMBER DANS L'EPROM !

De la société GP Electronique, cette «Rolls Royce» du programmeur : le P 9030

Depuis plusieurs années, la société britannique GP Electronics fabrique des programmateurs de PROM. Les premiers modèles étaient des appareils relativement simples et propres à satisfaire de petits laboratoires utilisant un nombre de PROM restreint. Devant le succès rencontré par ces appareils, surtout Outre-Manche, la gamme s'est considérablement étoffée et le catalogue GP comporte maintenant une dizaine de produits dont des appareils de haut de gamme tel le P 9030 que nous avons essayé. La distribution en France de ces programmateurs est assurée par la filiale GP Electronique France, qui a mis en place un réseau national de distribution. Le P 9030 étant une machine de haut de gamme coûtant 19500 F HT et étant sur-puissante pour un certain nombre d'utilisateurs, nous allons faire tout d'abord un rapide survol de la gamme.

Les différents modèles :

Le modèle le plus simple est l'EP 4000 proposé à 6900 F HT et capable de programmer les mémoires de type UVPROM suivantes : 2704, 2708, 2716, tri-tension et mono-tension, 2532 et 2732. Moyennant des supports d'adaptation il peut aussi traiter les 2564 et 2764 versions NMOS et CMOS. L'appareil dispose d'un clavier et d'un affichage 7 segments ce qui le rend totalement autonome mais il a la particularité d'être muni d'origine d'une interface vidéo permettant de lui raccorder un moniteur TV. Son utilisation dans ce cas est, bien sûr, beaucoup plus agréable qu'avec ses simples afficheurs.

Les fonctions disponibles sont classiques : test de virginité, programmation de la mémoire à partir de la RAM interne, «cheksum» automatique en fin de programmation avec mise en évidence du ou des octets en défaut.

Une interface série RS 232 permet de charger dans la RAM de ce programmateur des données en provenance d'un calculateur tandis qu'une fonction d'émulation est également prévue. Cette fonction permet au programmateur de se substituer à une PROM dans un montage en cours de mise au point ce qui se révèle extrêmement utile pour le développement de logiciel, surtout sur les systèmes où n'existe aucun organe de dialogue propre et où la dernière phase de mise au point tourne parfois au cauchemar.

Dans la même lignée, l'EP 8000 peut être considéré comme une évolution du

modèle précédent. Il peut programmer plus de mémoires UVPROM récentes puisqu'il va, d'origine, de la 2704 à la 2764 et qu'il peut supporter les 27128 moyennant un support d'adaptation. Les autres fonctions sont analogues à celles du modèle précédent si ce n'est que l'interface série RS 232 est capable d'admettre les formats de transmission des principaux systèmes de développement du marché ; elle peut ainsi recevoir directement des informations selon les «standards» Intel ASCII hexa, Motorola S1 S9 et binaire. Une interface imprimante aux normes «Centronics» est également disponible. Ce deuxième modèle coûte 9960 F ce qui reste abordable pour nombre de petits laboratoires.

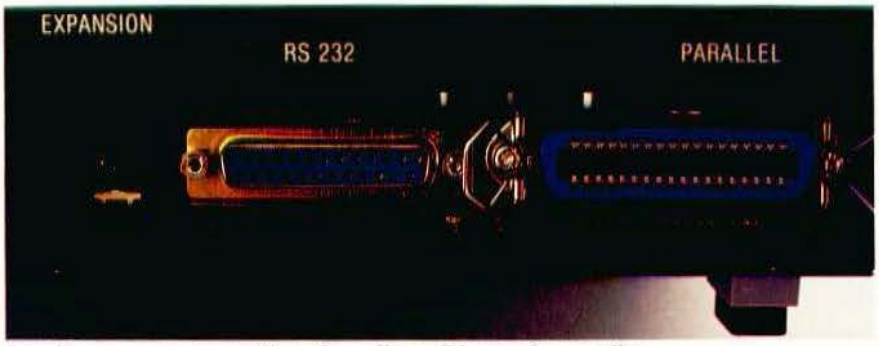
Ensuite, on franchit le pas et on passe à des modèles plus étoffés et à l'esthétique plus «pro» avec les P 9010, P 9020 et P 9030. Ces trois modèles sont assez proches les uns des autres et si nous avons testé le 9030 c'est parce qu'il dispose du maximum de fonctions, les 9010 et 9020 pouvant être considérés comme un 9030 auquel on aurait enlevé un certain nombre de fonctions (taille mémoire RAM plus réduite, interfaces en nombre plus limité, etc.).

Présentation du P 9030

Les photos qui illustrent ce banc d'essais ont dû vous donner une idée du «look» de la machine et vous permettent de comprendre pourquoi ce modèle est qualifié de programmateur de production : en effet, ses huit supports permettent de programmer simultanément huit mémoires en toute sécurité.

Le boîtier de l'appareil est entièrement métallique et ses faibles dimensions (390×270×50 mm) lui permettent de trouver facilement une place, même dans les labos les plus encombrés. Il est équipé de 9 supports à force d'insertion nulle (les meilleurs puisque ce sont des Textool) à 28 pattes : chaque support étant surmonté d'une LED dont nous verrons la fonction par la suite.

Un afficheur fluorescent bleu à 16 caractères et 14 segments permet de donner à l'utilisateur des informations claires et très lisibles puisque les 14 segments autorisent l'affichage de tous les caractères alphanumériques. Un clavier à 24 touches permet



Les divers connecteurs d'interface disponibles en face arrière.

d'accéder à toutes les fonctions offertes par l'appareil mais, en mode programmation de production, le nombre de touches à manipuler peut être extrêmement réduit ce qui permet de confier l'appareil à des non spécialistes.

La face arrière est réservée aux connecteurs d'extension et l'on y trouve une prise normalisée Canon femelle à 25 points pour l'interface série RS 232 et une prise normalisée «Centronics» pour l'interface imprimante du même nom. Une prise DIN marquée extension ne nous a pas révélé ses secrets car elle n'est documentée ni dans la notice française ni dans la version originale en anglais.

Le coffret recèle aussi des organes utiles en dessous puisqu'un jeu de mini-interrupteurs en boîtier DIL est accessible au travers d'une découpe dans celui-ci ; il permet de programmer le format de transmission sur l'interface série. C'est une très bonne idée que de le rendre ainsi accessible sans devoir démonter le coffret et d'autres fabricants devraient s'en inspirer... Nous avons remarqué avec regret un absent sur celui-ci : l'interrupteur marche/arrêt. Ce n'est pas bien grave mais cela signifie que si vous ne voulez pas brancher et débrancher le programmateur lors de chaque utilisation il restera des journées entières sous tension.

Les mémoires programmables

Cet appareil, comme les précédents, est destiné à la programmation de mémoires UVPROM (c'est-à-dire effaçables aux ultra-violets) mais aussi EAROM (c'est-à-dire effaçables électriquement). Il peut programmer toutes les mémoires disponibles début 1985 ; jugez vous-même :

— 1 K mots de 8 bits 2758 A, 2758 B et 2508
— 2 K mots de 8 bits 2716 et 27C16, 2516 et 8516
— 2 K mots de 8 bits en EAROM 2815, 2816, 48016, 6716, 5213
— 4 K mots de 8 bits 2532 et 2732
— 4 K mots de 8 bits programmables sous 21 volts 2732 A, 27C32 et 87C32
— 8 K mots de 8 bits 2764, 2764 A et 27C64
— 16 K mots de 8 bits 27128 et 27128 A
— 32 K mots de 8 bits 27256 et 27C256
— et, enfin, 64 K mots de 8 bits 27512.

Les seuls mémoires UVPROM absentes de ce tableau sont les 2704, 2708 et 2716 tritension qui n'existent quasiment plus et n'ont aucun intérêt à notre époque ; de plus, elles peuvent être remplacées dans des produits existants par leurs versions monotension 2758 ou 2508 pour la 2708 et 2516 ou 2716 monotension pour la 2716 tritention.

Les UVPROM doivent être effacées avec un appareil adéquat et le P 9030 ne peut vous être d'aucun secours pour cela ; en revanche, il sait effacer les EAROM puisque celles-ci sont effaçables électriquement.

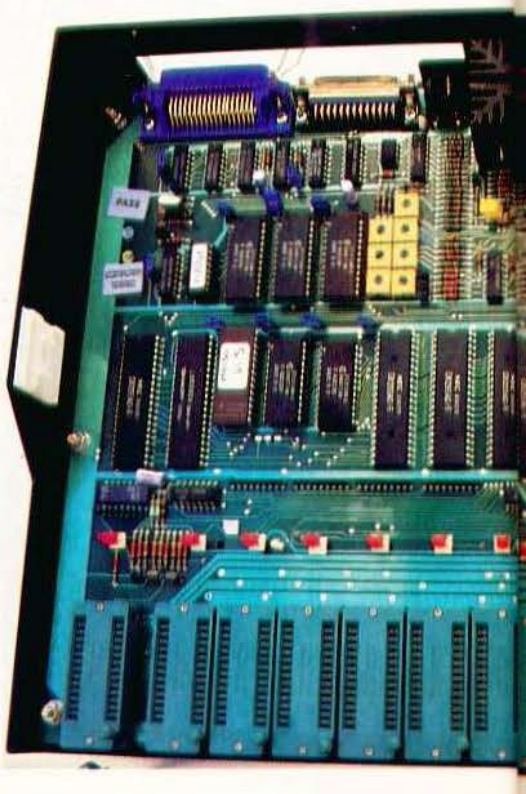
La sélection du type de mémoire à programmer se fait au moyen du clavier et les diverses références apparaissent en clair sur les afficheurs. Lorsque certaines mémoires portent la même référence chez divers fabricants mais peuvent se programmer de façon différente, un suffixe apparaît sur l'afficheur et un tableau très complet fourni dans la notice permet de lever le doute.

Si vous êtes au courant des dernières actualités relatives aux UVPROM, vous devez savoir que les modèles à forte capacité (2764 et au-dessus) peuvent être programmés avec un algorithme rapide. En effet, la méthode de programmation «normale» demande une impulsion de 50 ms par octet à programmer : pour une 2716 cela donne un temps de programmation de 1 minute et 40 secondes alors que pour une 27512, cela donne le temps impressionnant de 55 minutes. Les fabricants ont donc mis au point des algorithmes rapides permettant de réduire ces temps dans des proportions très importantes. De tels algorithmes sont efficaces mais imposent des possibilités de variations précises des diverses tensions appliquées au support de la mémoire à programmer (dont la tension d'alimentation 5 volts de celle-ci). Le P 9030 supporte toutes les variantes actuelles de ces algorithmes et permet donc une programmation des «grosses» mémoires avec un maximum de rapidité.

Les possibilités

Le P 9030 peut être considéré comme un programmateur double : programmateur de production se limitant à recopier une PROM «mère» dans N PROM vierges ou programmateur de mise au point autorisant toutes les fantaisies possibles sur la mémoire à programmer par emploi de

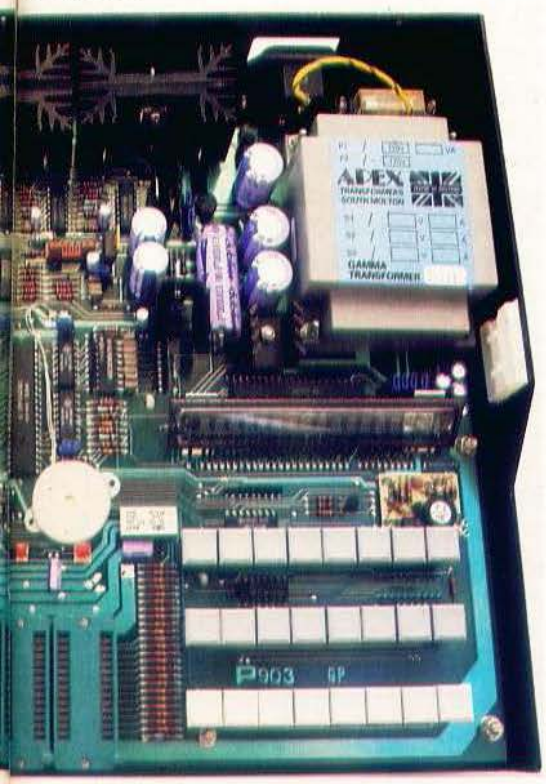
Tous les composants sont montés sur un seul circ

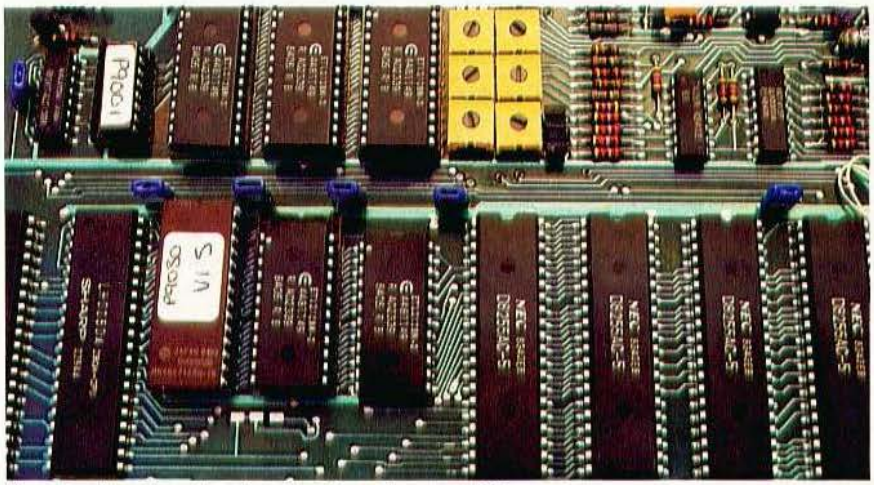


possibilités d'édition très étendues au niveau de la RAM interne. Dans le premier cas l'utilisation s'avère très simple ; dans le second elle demande un peu plus de maîtrise mais reste aisément accessible. Voyons tout d'abord le premier cas. Il est possible de sélectionner le type de mémoire utilisé par simple action sur deux touches faisant défiler les diverses références. Pour ce qui est de toutes les autres fonctions, le programmateur se comporte de façon identique, qu'il y ait une ou plusieurs mémoires à traiter simultanément ; en effet le résultat de la fonction demandée est signalé par la LED qui surmonte chaque support. Une LED allumée en permanence signale une opération réussie (par exemple une programmation correcte) alors qu'un échec est signalé par une LED clignotante.

Un certain nombre de fonctions offertes sont classiques ; on peut ainsi faire un test de virginité simple mais aussi un test de «programmabilité» qui consiste à vérifier que tous les bits que l'on veut programmer sont bien à 1 puisqu'une programmation d'UVPROM fait passer ceux-ci de 1 à 0. Ce genre de test est utile lorsque l'on veut modifier une mémoire déjà programmée en ré-écrivant à certaines adresses.

uit imprimé.





Au premier plan, les circuits d'interface parallèle.

Le contrôle de la qualité de la programmation fait appel à trois types de vérifications : une vérification par comparaison simple qui a lieu automatiquement même si elle n'est pas demandée en fin de programmation ; une vérification utilisant une «checksum» (somme de tous les octets de la mémoire modulo 256 et comparaison avec la même opération effectuée sur la mémoire programmée) ou enfin vérification par calcul de CRC (utilisation d'une équation complexe agissant sur les octets de la mémoire et comparaison avec la même opération effectuée sur la mémoire programmée). En cas d'erreur, une commande simple permet de visualiser le ou les adresses concernées. D'autres possibilités font intervenir l'interface série et permettent de télécharger le programmateur à partir d'un autre appareil. Plus de 13 formats correspondants à ceux employés par tous les grands fabricants d'outils de développement par microprocesseurs sont compris par le P 9030. Le contenu d'une PROM peut également être fourni sur l'interface série par le programmateur, de même qu'il est possible de télécommander, toujours par cette interface, toutes les fonctions de celui-ci.

Signalons aussi l'inversion possible de manière automatique de tous les bits à programmer dans une mémoire, ce qui s'avère utile lors de l'emploi sur une carte de buffers inverseurs par exemple.

Enfin, toujours parmi les opérations que nous qualifierons de simples, il est possible de connecter au P 9030 une imprimante disposant d'une interface parallèle «Centronics» pour imprimer des étiquettes adhésives à coller ensuite sur les mémoires ; fini les marquages gribouillés : vous pouvez donner une allure professionnelle aux mémoires programmées sur le P 9030.

Les opérations plus complexes sont celles faisant intervenir la RAM interne du P 9030. La taille de cette dernière est de 8 K mots de 8 bits en version de base (ce qui convient jusqu'aux 2764) et peut être étendue à 64 K mots de 8 bits pour les 27512. Précisons que ces extensions ne sont utiles que si vous souhaitez pouvoir transférer toute une 27512 en RAM d'un seul coup ; il est, cependant, tout à fait possible de copier des 27512 sans extension RAM et de modifier des morceaux de 27 512 en passant par la RAM interne même si celle-ci n'a pas une taille égale à celle de la PROM.

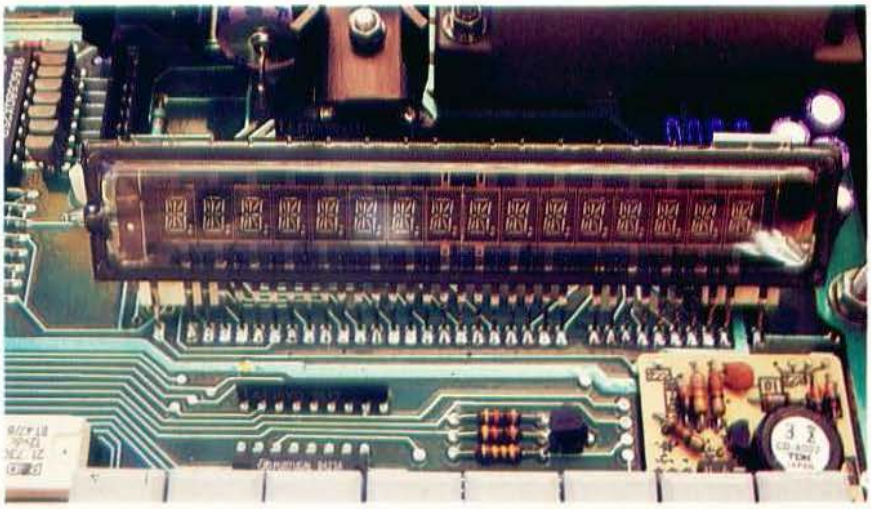
Il est possible de transférer le contenu des PROM en RAM et vice versa, d'examiner n'importe quelle adresse RAM, d'initialiser tout un bloc de RAM avec les données de votre choix, de faire chercher en RAM une suite d'octets déterminée (jusqu'à 255 octets peuvent être contenues dans la suite), de faire remplacer n'importe quelle suite d'octets par n'importe quelle autre automatiquement (255 octets maximum par suite) et de transférer n'importe quel bloc de RAM dans n'importe quel autre. De telles fonctions sont à même de satisfaire les utilisateurs les plus exigeants ; il en existe pourtant quatre autres que nous avons réservées pour la fin. En effet, le P 9030 sait également éliminer des octets n'importe où en RAM ou insérer des octets vierges ou encore insérer des don-

nées en RAM ; c'est très pratique en cas de modification de programme nécessitant un code opératoire plus long ou plus court que celui utilisé précédemment et cela évite d'avoir à faire appel à un outil de développement pour ré-assembler le programme.
Enfin, les microprocesseurs 16 bits n'ont pas été oubliés puisque ce programmateur sait séparer automatiquement en deux blocs de 8 bits des mots de 16 bits permettant ainsi la classique programmation des mémoires contenant l'une l'octet de poids fort et l'autre l'octet de poids faible. L'opération inverse est, bien évidemment, également possible.
Lorsque le «spécialiste» du programmateur a rempli la RAM avec les informations à programmer dans les PROM, il est possible de verrouiller le clavier avec un code secret ne laissant disponibles que les touches de programmation proprement dites et interdisant ainsi, en cas de fausse manœuvre, une modification involontaire du contenu de la RAM. Encore une très bonne idée à mettre à l'actif de cet appareil.
Enfin, et nous ne resterons là pour ce qui est de cette rapide présentation des possibilités , un programme d'autotest est réalisé automatiquement à chaque mise sous tension ou sur commande de votre part et permet de contrôler l'ensemble de l'appareil tandis qu'un programme de calibration est également accessible et permet, avec un simple voltmètre et un tournevis, de vérifier et de corriger si nécessaire les valeurs des diverses tensions utilisées. Si la correction nécessite l'ouverture de l'appareil pour accéder aux potentiomètres, le contrôle des tensions se fait de l'extérieur par simple mesure sur les pattes des supports. Pour la petite histoire précisons que le modèle qui nous a été confié était parfaitement bien calibré (mesures faites au voltmètre numérique 2000 points).

Utilisation

Malgré cette profusion de fonctions, l'utilisation de l'appareil est particulièrement simple en raison de l'affichage complet rendu possible par les afficheurs à 14 segments. La consultation de la notice n'est nécessaire que lors des premières utilisations ou pour certaines fonctions d'emploi assez rare.
Côté sécurité l'appareil prend soin de vos mémoires : en effet il est capable de détecter une PROM mise à l'envers sur son support et le signale par un message sur l'afficheur. La mise en place d'une PROM d'un autre type que celui sélectionné n'est, en revanche, pas toujours détectée mais un tel contrôle est quasiment impossible à effectuer automatiquement ; nous ne critiquerons donc pas le P 9030 sur ce point.
La notice en français qui l'accompagne est suffisamment complète pour permettre d'exploiter au mieux l'appareil ; elle suit à la lettre la version anglaise, mais nous déplorons le fait que la page relative à la fonction de calibration du P 9030 n'ait pas été incluse dans la version française.
Malgré une présentation un peu désordonnée des diverses fonctions et des critiques d'ordre esthétique, cette notice constitue un document correct.

L'afficheur fluorescent 16 «chiffres» à 14 segments.



La technique

L'appareil se laisse facilement démonter et est aussi propre à l'intérieur qu'à l'extérieur. Tous les composants, clavier, supports et afficheur compris sont montés sur un grand circuit imprimé de très belle facture qui occupe la quasi totalité de la surface du boîtier. Un microprocesseur Z 80 associé à des RAM statiques et à de multiples circuits d'interface parallèle (8255) constituent l'essentiel de l'électronique avec, bien sûr, une partie alimentation assez complexe puisqu'elle doit pouvoir générer de manière programmable et avec une bonne précision 5 tensions (5, 6, 12, 21 et 25 volts). Les potentiomètres de réglage de ces tensions sont facilement accessibles et comme l'appareil fonctionne aussi bien ouvert que fermé l'opération de calibration évoquée précédemment peut être très rapidement menée à bien.

Conclusion

Le P 9030 est vendu 19500 F HT ce qui, compte tenu de ses possibilités et du sérieux de sa fabrication nous semble constituer un prix intéressant. Les possibilités offertes sont à même de satisfaire tous les utilisateurs intensifs de PROM (que ce soit pour de la production de série ou pour les phases de mise au point de programmes) grâce à ses facilités d'édition du contenu de sa RAM interne. Sa simplicité d'emploi permet de la mettre entre toutes les mains et le nombre important de types de mémoires qu'il est capable de programmer (il va jusqu'à la 27512, rappelons-le) lui assurera de nombreuses années d'utilisation.
Nous n'hésitons donc pas à gratifier le P 9030 d'un excellent rapport qualité/prix et si ce dernier vous semble trop élevé parce que vous n'avez pas besoin de toutes les possibilités du 9030, les modèles 9010 et 9020, plus simples mais conçus sur les mêmes circuits et principes devront sans doute vous satisfaire. ■

C. Tavernier

Service lecteur : cerclez 10

MINI V24

INTERFACE CACHEE

Que vous soyez ou non passionné de télématique, vous avez certainement entendu parler des Minitels, ces terminaux que les PTT mettent peu à peu à la disposition des usagers du téléphone en remplacement de l'annuaire «papier». Leur vocation première est de permettre la consultation de l'annuaire électronique mais, comme ils ont accès à Transpac, ils permettent aussi, et surtout, d'accéder à une foule d'informations : banques de données, journaux, services publics, vente par correspondance, etc.

L'inconvénient de Minitel est celui de tous les terminaux vidéo : il ne peut laisser de trace écrite. D'autre part, tout utilisateur de micro-ordinateur souhaite, tôt ou tard, connecter son micro à son Minitel afin de pouvoir disposer de fonctions plus «intelligentes» en attendant, pour bientôt, les Minitels à micro-ordinateur incorporé. Pour ce faire les PTT ont prévu, lors de la rédaction des spécifications techniques des Minitels, une prise dite péri-informatique qui n'est autre qu'une liaison série asynchrone permettant d'utiliser son Minitel en tant que terminal mais autorisant aussi bien d'autres fonctions dont nous aurons l'occasion de reparler. Malheureusement, et alors qu'une norme (la fameuse norme RS 232) est mondialement admise pour les liaisons série de ce type, c'est un autre format qui a été choisi par l'administration ; format qui n'est évidemment compatible avec aucun appareil du marché autres que ceux, fort rares, construits spécialement pour se connecter sur les Minitels.

Pour pallier cet inconvénient, il suffit tout simplement de transformer les niveaux de la prise péri-informatique de Minitel en niveaux RS 232 et vice versa. Nous avons, dans la revue le *Haut-Parleur* du mois de juin 1984, proposé un montage pour ce faire mais des réalisations commerciales existent aussi tel le boîtier Mini V 24 version 2 de Nogema Informatique.

Le moins que l'on puisse dire c'est que ce boîtier est très compact puisqu'il mesure seulement 90 × 55 × 40 mm; deux câbles en sortent : l'un muni d'une prise DIN 5 broches destinée à la prise péri-informatique du Minitel, l'autre d'une prise normalisée Canon 25 points mâle destinée à l'appareil muni d'une interface série aux normes RS 232.

Une «notice» constituée d'une page photocopiée recto-verso complète le tout et explique bien que le boîtier n'est qu'un convertisseur de niveaux et qu'il ne gère absolument pas les caractères spéciaux propres au protocole utilisé sur les Minitels. Ce boîtier ne gère pas non plus les signaux RTS et CTS des liaisons RS 232 ce qui est normal vu les signaux disponibles (ou plutôt non disponibles dans ce cas) sur la prise péri-informatique des Minitels.

Le fonctionnement de l'appareil ne pose aucun problème lorsque les connexions sont établies d'autant que les straps habituels à placer dans la prise Canon compte tenu de la non utilisation de RTS et CTS ont été prévus. Notre exemplaire, cependant, ne fonctionnait pas lorsque nous l'avons reçu : l'explication en est simple comme nous allons le voir.

Faire de la micro-informatique ou de la télématique ne signifie pas forcément aligner des montagnes de circuits et il suffit parfois d'une poignée de composants simples pour arriver à ses fins. C'est ce qu'ont bien compris les concepteurs puisque le schéma utilisé dans leur convertisseur est extrêmement simple. Une réalisation propre aurait pu en découler ; ce n'est pas le cas : les câbles de connexion sortent du boîtier sans passe-fil, le repérage de ces câbles est fait au moyen d'étiquettes adhésives en papier collées sur le boîtier et «gribouillées» à la main, quant au boîtier lui-même, c'est un des plus vulgaires modèles pour bricoleur et c'est par soucis d'économie que le circuit imprimé contenu dans la boîte n'est même pas fixé mais tient par ses seuls fils de liaisons ; est-ce toujours par soucis d'économie que ce même circuit n'est pas verni et que ses pistes cuivrées sont oxydées ou encore que la tresse de masse des câbles de liaison est tellement mal soudée qu'un de ses brins faisait un court-circuit et empêchait notre exemplaire de fonctionner ? Et surtout, est-ce par soucis d'économie que l'on ose proposer un tel montage à 593 F TTC ?

Notre conclusion à propos de ce produit tient en peu de mots : l'idée de départ est bonne et correspond à un réel besoin, le schéma utilisé est correct mais la réalisation est indigne d'une fabrication industrielle voir amateur ; quant au prix de cette «chose» il est tout simplement honteux ! ■

C. Tavernier

TEST

EXTENSION

Les cartes d'extensions décrites ici multiplient considérablement les possibilités des Oric 1 et Atmos

Depuis quelques mois sont disponibles sur le marché un certain nombre de cartes d'interfaces réalisées par SOS Computer pour les micro-ordinateurs Oric 1 et Oric Atmos ; cartes dont nous vous proposons maintenant le banc d'essais.

En matière de possibilité d'extension, les Oric ont une grosse qualité et, comme toute médaille à son revers, un gros défaut. L'avantage est que sur le connecteur de la face arrière de ces machines sortent tous les signaux du bus ainsi qu'un pré-décodage d'adresses utilisable justement pour des cartes d'extensions. Le défaut est que ces sorties se font par un connecteur à 34 points pour câble plat qui est assez fragile de par sa fabrication même, mais aussi de par son implantation directe sur le circuit imprimé de l'Oric. SOS Computer a donc eu l'idée, tout à fait logique il faut le reconnaître, de commencer par proposer une carte support d'extensions avant d'en venir aux extensions elles-mêmes.

La carte mère

Cette carte aux dimensions réduites puisqu'elle ne mesure que 115 × 115 mm, supporte cinq connecteurs. Deux d'entre eux sont des modèles pour câble plat à 34 points du même type que ceux de l'Oric mais avec un «plus» non négligeable : la présence de «verrous éjecteurs» qui évitent d'avoir à tirer sur le câble plat pour le débrancher. Vous l'aurez compris, un des connecteurs sert à relier la carte à l'Oric via un câble plat, l'autre permet de connecter une extension «standard» de l'Oric comme si la carte mère n'était pas là (des lecteurs de disquettes par exemple). Les trois autres connecteurs sont des modèles encartables au pas de 3,96 mm et sont destinés à recevoir les cartes d'extensions SOS Computer.

Une LED signale la présence de 5 volts ce qui, en principe, devrait éviter des déconnexions de cartes sous tension, préjudiciables à la vie des composants des cartes mais aussi de l'Oric. Un bornier à deux plots complète ce module et permet d'alimenter les cartes en 5 volts si la consommation de ce que vous voulez commander dépasse les possibilités très limitées de l'alimentation Oric ; une alimentation externe peut alors être reliée sur ce bornier.

Le circuit imprimé est un simple face étamé au câblage «propre». Nous regrettons seulement deux choses sur cette carte pourtant bien pensée : l'absence de détrompeur sur les connecteurs des cartes d'interfaces qui rend très facile l'insertion à l'envers de l'une d'elles (pourtant des pions de détrompage en plastique pour ces connecteurs ne coûtent que quelques centimes) et le repérage un peu «spartiate» du bornier d'alimentation extérieure (un point de marqueur rouge).

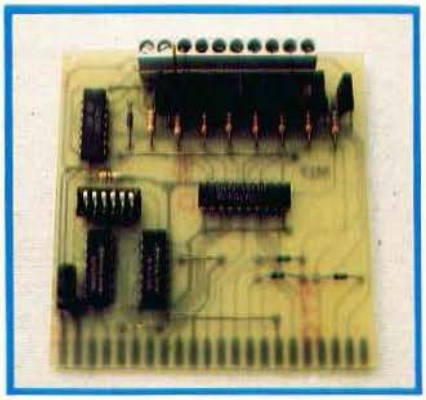
Les cartes 8 entrées et 8 sorties

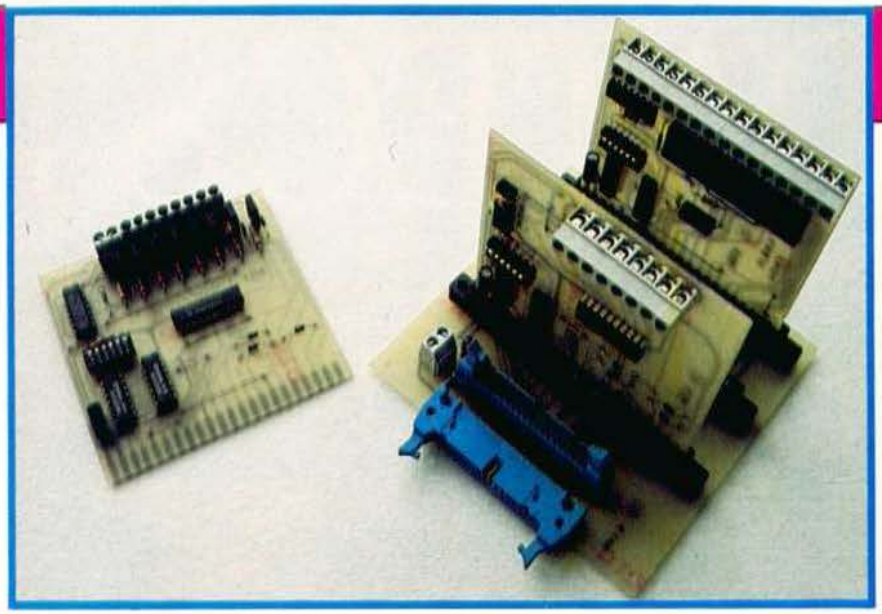
Ces cartes, prévues pour s'enficher sur la carte mère précitée ont un format identique et mesurent 85 mm de haut pour 90 mm de large. Le connecteur se trouve dans la partie basse de celles-ci et n'est autre que le prolongement du circuit imprimé puisque la carte mère est munie de connecteurs encartables. Comme le reste du circuit imprimé cette partie connecteur se révèle simplement étamée alors qu'une dorure aurait été la bienvenue surtout si les cartes doivent subir de nombreuses manipulations.

Les schémas de ces deux cartes sont très similaires et utilisent la même circuiterie de décodage d'adresse ; circuiterie bien conçue puisque permettant de sélectionner l'adresse de la carte entre 784 et 1023 (décimal) au moyen de 6 mini-interrupteurs en boîtier DIL.

La carte 8 entrées est équipée d'un octuple amplificateur trois états (type 74 LS 244) ce qui signifie qu'elle ne mémorise pas les niveaux appliqués sur ces entrées et que ceux qui sont pris en compte par le programme de lecture de la carte sont donc ceux réellement appliqués au moment de la lecture. Ces entrées admet-

La carte 8 sorties.





tent une tension positive par rapport à la masse pouvant aller jusqu'à 50 volts mais, du fait de l'utilisation de circuits TTL en entrée, tout niveau supérieur à 2,4 volts sera considéré comme un 1 logique (cela n'est pas précisé dans la notice et constitue, à notre avis, une lacune).

La notice se limite à une feuille de papier provenant d'une imprimante à aiguilles ; elle est néanmoins assez complète (hormis la précision manquante évoquée) et explique correctement le mode de programmation de l'adresse de la carte ainsi que l'utilisation logicielle de celle-ci qui se limite, en Basic, à un PEEK à l'adresse choisie pour l'implanter.

La carte huits sorties, quant à elle, est équipée d'un octuple registre TTL (type 74 LS 373) suivi par huit transistors de puissance à collecteur ouvert qui pourront donc être utilisés comme interrupteurs connectant ou non l'extrémité d'une charge à la masse. Les modèles choisis permettant de commuter 500 mA sous une tension maximale de 30 volts ce qui permet de commander facilement de petits moteurs ou des relais. Pour des charges plus gourmandes il faudra utiliser un transistor plus puissant ou un relais intermédiaire. La notice est du même style que pour la carte huit entrées et malgré son aspect dépouillé elle est complète et permet d'utiliser la carte sans difficulté.

Pour ces deux cartes, les entrées ou sorties se font sur des borniers à vis placés dans leur partie haute. Si cette solution est logique et satisfaisante sur le plan de la rapidité des connexions qu'elle autorise, le choix des borniers n'est pas très judicieux car, lorsque plusieurs cartes sont enfichées dans la carte mère, l'accès aux vis de ces derniers devient impossible et il faut pour cela extraire la carte de son connecteur. Ce n'est cependant qu'une critique mineure, l'utilisateur ne passant pas son temps à brancher et à débrancher ce qui se trouve relié à ces cartes.

La carte PIA

Dans la même famille, SOS Computer propose également une carte PIA bâtie sur le même principe et utilisant le même système de décodage d'adresses que les cartes déjà vues mais qui supporte un PIA. Ce circuit est un circuit d'interface parallèle de la famille des microprocesseurs 6800 qui présente de très intéressantes possibilités de programmation ; en effet il dispose de deux ports de 8 lignes PA0 a PA7 et PB0 à PB7, chacune de ces lignes étant programmable à tout instant en entrée ou en sortie. Il est donc possible de changer totalement la fonction de celles-ci par programme et en cours de programme. De telles possibilités sont utilisées, par exemple, pour interfacer simultanément un clavier et des afficheurs avec un micro-ordinateur ; le PIA étant utilisé tour à tour en sortie pour commander les afficheurs et en entrée pour lire le clavier.

Le PIA possède aussi quatre lignes de dialogue CA1, CA2, CB1 et CB2 très intéressantes parce que capables de détecter des fronts montants ou descendants et de mémoriser ceux-ci au moyen d'un bit dans un registre interne au circuit ; malheureusement SOS Computer n'a pas jugé utile de parler de ces lignes dans sa notice ni, surtout, de sortir celles-ci sur le bornier du haut de carte. Dans ces conditions cette carte perd beaucoup de son intérêt car on lui enlève ainsi une partie des propriétés intéressantes du PIA qui résident justement au niveau de ces lignes de dialogue.

Contrairement aux deux autres cartes, cette carte PIA ne dispose pas de sorties de puissance ni d'entrées protégées et ce sont directement les pattes du PIA qui aboutissent sur le bornier ; cela signifie que :

— Les niveaux disponibles ou à appliquer à cet endroit seront aux normes TTL.

— Il faudra faire attention aux fausses manipulation car l'application sur l'entrée d'un PIA de plus de 5 volts est immédiatement mortelle pour ce dernier.

Ce point nous fait amèrement regretter que le PIA ne soit pas monté sur support ; en effet, en cas de «catastrophe», il faudra le dessouder pour le changer ce qui n'est pas à la portée de tout amateur même bien outillé vu le nombre de pattes (40) de son boîtier.

Conclusion

Les cartes SOS Computer sont susceptibles d'intéresser tout amateur désireux de faire autre chose que de la programmation pure avec son Oric car elles permettent une grande variété d'utilisation ; retenons la bonne l'idée d'une carte mère pour les supporter encore que l'on puisse déplorer le fait de ne disposer que de trois connecteurs.

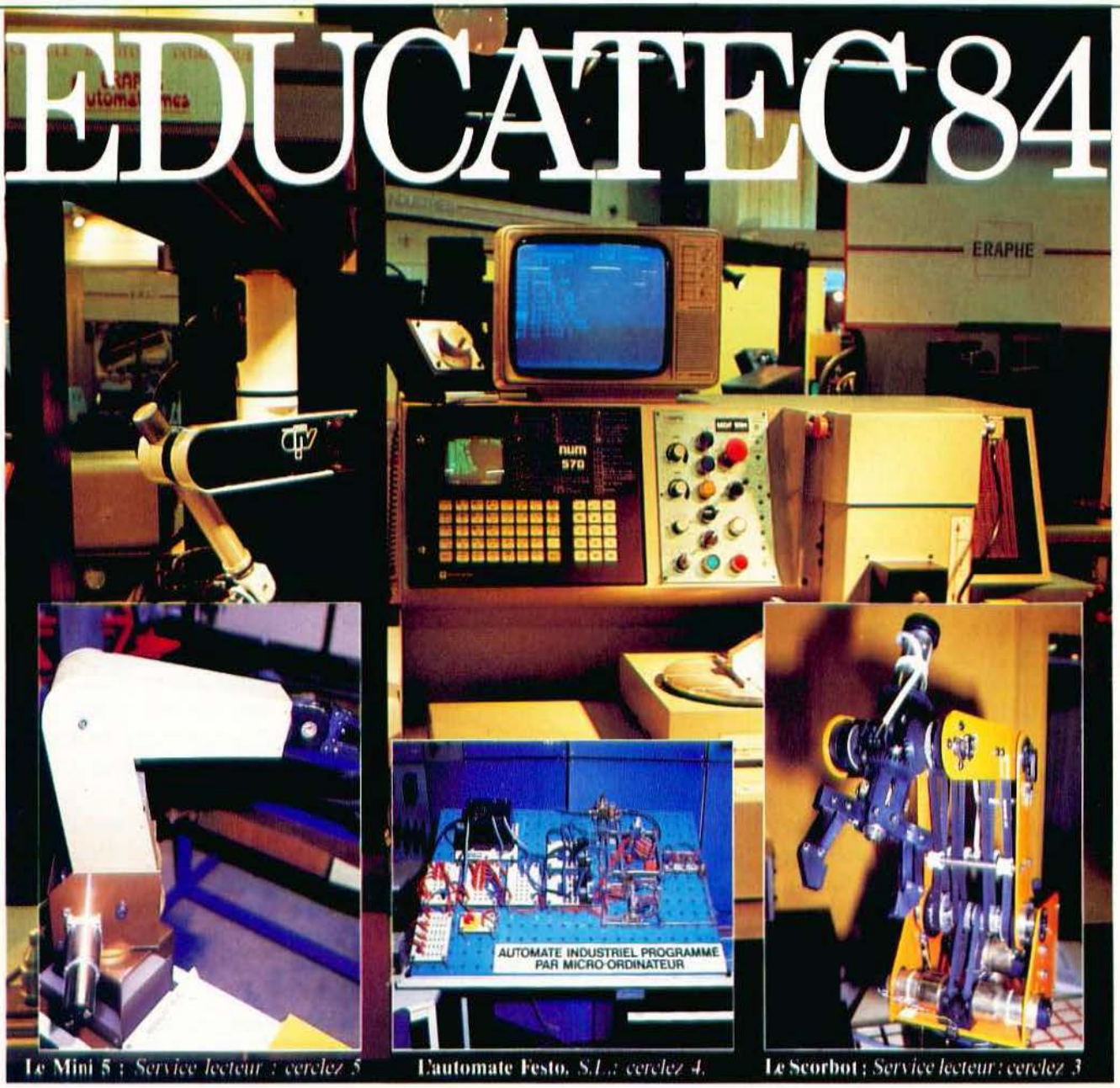
Les cartes huit entrées et huit sorties présentent un réel intérêt et offrent un bon rapport qualité/prix ; la carte PIA, en revanche, perd beaucoup d'intérêt du fait de la non disponibilité des lignes de dialogue CA1 et 2 et CB1 et 2 ce qui devrait limiter ses domaines d'emploi.

Il ne reste plus à SOS Computer qu'à sortir des cartes de conversion analogique/numérique et numérique/analogique pour que la panoplie des extensions offertes soit complète. ■

C. Tavernier

Service lecteur : cerclez 1

EDUCATEC 84



Le Mini 5 : *Service lecteur : cerclez 5* **L'automate Festo.** *S.L.: cerclez 4.* **Le Scorbot :** *Service lecteur : cerclez 3*

La seconde édition du Salon des Equipements, Matériels et Techniques pour l'Enseignement et la Formation, Educatec 84, confirmait début décembre à Paris, l'avènement de la robotique pédagogique et, de fait, une volonté politique d'orientation de l'enseignement vers les technologies nouvelles et/ou futures.

Cette robotique, toutes les études de marché le montrent, est la composante la plus prometteuse et dynamique du secteur (avec la composante industrielle), bien en avance sur la robotique grand public, domestique ou personnelle.

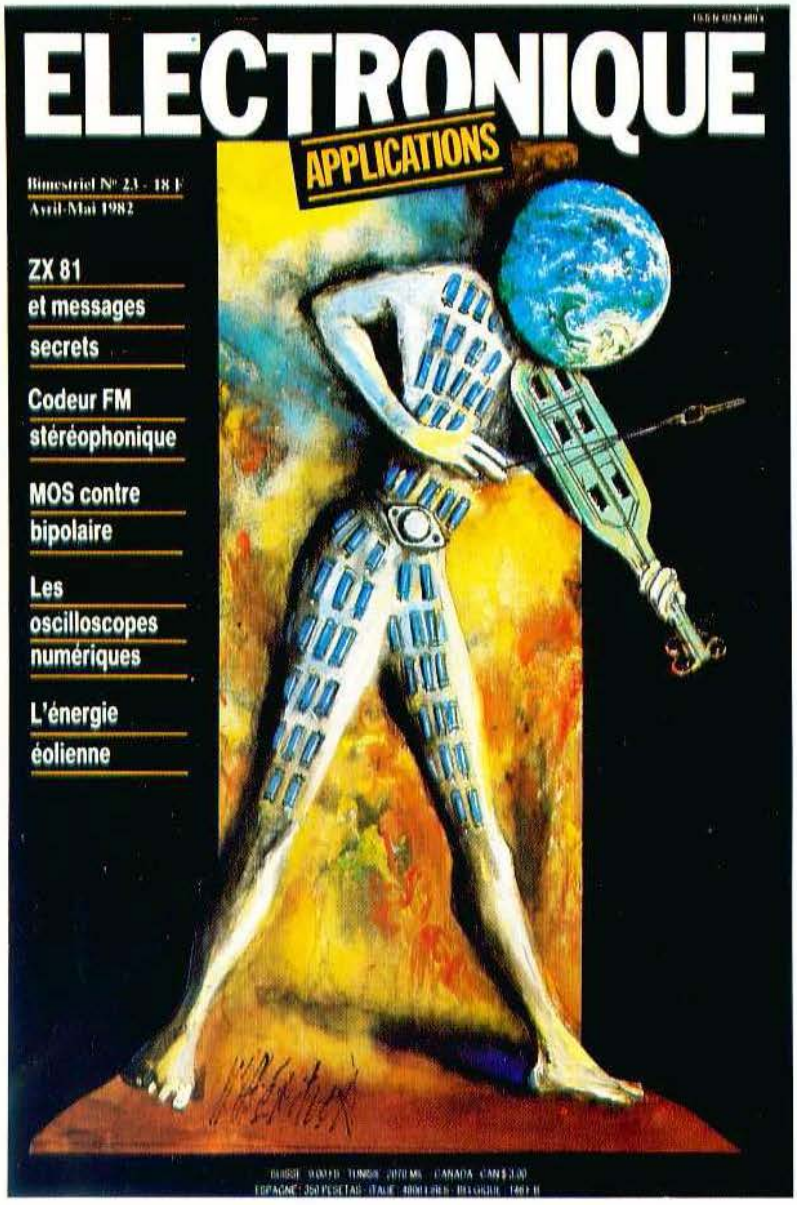
Mais il est remarquable de voir se réduire ainsi les «écarts» technologiques entre le matériel effectivement installé dans les centres de production et celui qui fait l'objet de formation dans les écoles ou les lycées. Aussi il n'est (plus) pas question d'équiper ces organismes privés ou publics de matériels obsolètes. C'est bien plus vers la miniaturisation de configurations globales d'unités de production que l'on se dirige. Robots, tours, fraiseuses à commande numérique, automates et calculateur central constituent une unité pédagogique proche de la cellule flexible, on pouvait en trouver les éléments à Educatec. A cette unité seront greffés, au fur et à mesure de leur développement, des organes (vision, synthèse et reconnaissance vocale, etc.) ajoutant encore à la flexibilité ou améliorant d'autant la communication homme/machine.

ZMC CS 111, Multisoft et son système de vision, Cyber 310, Hikawa HX 3000, Scorbot de Lux International, Mitsubishi RM 101, AID, Ericc de Barras Provence, Mini Mover de chez Terel, New Mat, Sinfor et Mini 5 conçus à l'IUT de Cachan... bref, toute la famille des robots pédagogiques était présente... ou presque. On pourra, en effet, s'étonner de l'absence de Renault qui, avec son robot d'importation Rhino et surtout le «fameux» Sirtès, réalisé à la suite d'un appel d'offres de l'Education Nationale, se devait de présenter ces deux produits.

Quoi qu'il en soit, pour la partie qui nous préoccupe, Educatec 84 marque un tournant important et pour la robotique, et pour l'enseignement, confortant, du même coup, notre important lectorat d'enseignants.... ■

AMATEURS DE CIRCUITS INTÉGRÉS, VOICI VOTRE

« MARCHÉ AUX PUCES »



140 pages d'idées et d'applications réalistes
pour tous les techniciens de l'électronique

Bimestriel – **25 F** – Chez votre marchand de journaux

Marlboro

Briquets

EN VENTE DANS LES BUREAUX DE TABAC